COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 DÉCEMBRE 1880.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Produits solides et liquides qui continuaient à sortir, en avril* 1880, *d'un cratère de la Dominique (Antilles anglaises)* (¹); par M. Daubrée.

« D'après une Communication récente de M. Louis Bert, le lac d'eau bouillante qui occupait le cratère du volcan de la Dominique, au moment de l'éruption du 4 janvier dernier, a disparu. C'est maintenant une sorte de vaste cirque, dont les parois, presque à pic, sont formées de roches feldspathiques. Son fond est à sec, sauf en un point, d'où sort une source d'eau bouillante, rendue noirâtre par les matières pierreuses qu'elle tient en suspension.

» Cette eau s'écoule constamment par une brèche naturelle, pour rejoindre une rivière. L'aspect entier du district sulfureux s'est transformé, par suite de l'apparition d'une douzaine de solfatares et de geysers.

(¹) Voir les *Comptes rendus*, t. XC, p. 624.

» Les échantillons adressés à la Société de Géographie par M. Bert sont au nombre de cinq ; l'un d'eux, pris au centre de la source bouillante, se compose d'eau et de matières solides; quatre autres représentent des eaux de différents courants recueillies à diverses distances de la source.

» Leur examen, fait au Bureau d'essais de l'École des Mines, a donné, pour 1^lit, les résultats suivants :

Eau.	Chlorure de potassium.	Chlorure de sodium.	Sulfate de chaux.	Rapport du chlorure de potassium au chlorure de sodium.
Centre de la source bouillante...	0,370	0,500	0,045	0,74
Premier courant.............	0,010	0,015	traces	0,66
Deuxième courant	0,039	0,063	0,070	0,61
Troisième courant............	4,210	5,060	0,030	0,84
Quatrième courant...........	0,010	0,018	traces	0,55

» La matière solide, préalablement desséchée, renferme :

Silice / Alumine	92,2
Oxyde de fer..............................	5,0
Carbonate de chaux	1,6
Carbonate de magnésie....................	0,2
Soufre à l'état de pyrite.................	0,5
	99,5

» Le plomb, rencontré dans les échantillons précédents, n'a pas été trouvé dans celui-ci.

» Dans l'échantillon envoyé, le poids de la matière solide est à peu près moitié de celui du liquide (24^gr sur 38^cc).

» Toutes ces eaux sont caractérisées par l'abondance du chlorure de potassium, dont la proportion n'est pas de beaucoup inférieure à celle du chlorure de sodium.

» On a vu précédemment que ce même chlorure de potassium abondait dans les déjections de toute nature recueillies le 4 janvier dernier.

» De même que les cendres rejetées le 4 janvier, celles-ci contiennent de la pyrite, mais à un plus grand état de division, et sans doute aussi de formation contemporaine.

» Ce sont manifestement des produits émanant d'un même réservoir. »

BOTANIQUE. — *Ordre de naissance des épillets dans l'épi des* Lolium; par M. A. Trécul.

« Chez les Graminées que j'ai étudiées, le rachis a d'abord un accroissement de bas en haut; mais plus tard la végétation, devenant de plus en plus active de bas en haut, prédomine vers le sommet ou plus bas vers la région moyenne (voir t. XC, p. 60); il en résulte un ordre variable dans l'apparition des rameaux. Des individus différents d'une même espèce de *Lolium* peuvent présenter les divers ordres de naissance des épillets; mais, dans tous les cas, l'accroissement général de l'épi finit par devenir basipète. Si la venue de cet accroissement basipète est très tardive, les rameaux naissent de bas en haut, et ils s'accroissent aussi successivement de bas en haut du rachis, jusqu'à ce que, la végétation venant à prédominer près du sommet, les rameaux supérieurs l'emportent sur les inférieurs, qui n'achèvent leur développement qu'après ceux qui sont plus haut placés. Si la prédominance de la végétation par en haut, qui détermine l'accroissement basipète, est précoce, ce sont des rameaux de la région supérieure qui naissent d'abord; tous ceux qui sont au-dessous naissent de haut en bas du rachis. Toutefois, je n'ai jamais vu le supérieur latéral de chaque série apparaître le premier de sa rangée; mais c'est quelquefois le deuxième qui naît d'abord, et souvent le troisième ou le quatrième, à compter d'en haut.

» En observant un grand nombre de jeunes inflorescences, on trouve que le rameau premier-né de chaque série peut être placé à des hauteurs très variables; il peut se trouver près du sommet, ou au quart, au tiers supérieur du rachis, ou même vers la moitié de la hauteur, ou vers le tiers ou le quart inférieur et plus bas encore; mais, de même que ce n'est jamais le supérieur latéral qui apparaît le premier, de même aussi ce n'est jamais le plus bas placé de chaque série; du moins, il est impossible de le prouver, parce que l'on n'a pas ici de point de repère, comme dans une feuille, dont la base est nettement déterminée. Au contraire, quand le premier-né doit se trouver assez haut sur le rachis, il est aisé de démontrer que des rameaux naissent au-dessous de lui comme au-dessus, par les états de végétation des mérithalles qui doivent les produire.

» Je sais bien que l'on essayera d'expliquer les divers états que je viens de signaler par le mode d'accroissement que j'ai décrit dans les feuilles pinnées du *Galega officinalis*, etc. On dira qu'il y a là un accroissement pro-

gressivement plus grand dans les rameaux de plus en plus haut placés, de sorte que ces derniers, quoique nés après ceux qui sont placés plus bas, deviennent graduellement plus grands, ou, ce qui revient au même, parce que les inférieurs subissent un arrêt ou un ralentissement dans leur végétation.

» Cette explication est contredite par trois ordres de faits : 1° par ce qui s'accomplit dans le *Nardus stricta* (*Comptes rendus*, t. XC, p. 61 et 62); 2° par les états de végétation des mérithalles qui précèdent la naissance des rameaux; 3° par de jeunes épis dans lesquels l'accroissement basipète n'arrive que tardivement. Pendant longtemps, en effet, tout se fait, chez ces derniers, de bas en haut; puis il arrive qu'aussitôt que les épillets supérieurs sont nés, ceux-ci prennent un plus grand accroissement que ceux qui sont au-dessous; alors ce sont des rudiments d'épillets insérés un peu au-dessus de la région moyenne qui sont les plus petits de tous, mais les plus grands sont encore près de la base de l'épi. Ce n'est donc pas un accroissement régulièrement croissant de bas en haut qui détermine les formes que j'ai décrites, ni un ralentissement de la végétation des rameaux inférieurs.

» Voici quelques exemples des états dont je viens de parler. Voyons d'abord des cas dans lesquels ce sont des rameaux de la région inférieure qui naissent les premiers.

» Le *Lolium perenne* m'a donné des exemples bien instructifs sous ce rapport. Dans l'un d'eux le jeune rachis n'avait que $1^{mm},18$ de hauteur; il ne portait de rameaux que sur sa moitié inférieure, qui en avait sept d'un côté et six de l'autre. C'était le troisième rameau de chaque série qui était le plus grand; les supérieurs diminuaient graduellement de bas en haut, les deux inférieurs de haut en bas, et, ce qui était bien remarquable, la moitié supérieure du rachis avait encore huit mérithalles d'un côté, sept de l'autre, accusés par des bourrelets foliaires semi-embrassants, décroissant de bas en haut et espacés sur l'axe, laissant libres entre eux les espaces sur lesquels devaient naître les autres rameaux.

» J'ai trouvé des épis de 3^{mm}, 4^{mm}, 5^{mm} et 6^{mm} dans lesquels l'accroissement général s'était effectué de bas en haut; l'accroissement basipète n'était pas encore arrivé. Au contraire, il n'est pas rare de rencontrer des épis de moins de 1^{mm} dans lesquels ce sont déjà les rameaux supérieurs qui l'emportent sur les inférieurs, et dont les derniers, ceux qui seront les plus bas placés, peuvent n'être pas encore nés.

» Dans un épi de $0^{mm},90$ de hauteur, qui avait tous ses rameaux nés par en haut, puisque les glumes de l'épillet terminal étaient apparues, des huit

rameaux existant dans chaque série, c'étaient d'un côté le deuxième et le troisième rameau d'en haut, de l'autre le troisième et le quatrième, qui étaient les plus grands. Ceux qui étaient au-dessous décroissaient de haut en bas.

» Le *Lolium perenne* mutique ne m'a donné que de rares exemples des premiers rameaux nés dans la région supérieure du rachis; mais une forme aristée de ce *L. perenne* m'a donné d'assez nombreux cas de cet ordre de naissance des épillets. Dans le *L. perenne* mutique, c'est dans la région moyenne que j'ai vu le plus souvent apparaître les premiers rameaux.

» Dans un épi de $0^{mm},75$ de hauteur, qui n'avait que cinq rameaux accusés de chaque côté, c'étaient le troisième et le quatrième de chaque série qui étaient les plus grands. Dans une inflorescence de $0^{mm},40$ de hauteur, qui n'avait que trois rudiments de rameaux apparus de chaque côté, c'était le médian qui était le plus gros.

» Je sais bien que de si jeunes inflorescences ne sont pas toujours probantes, parce que l'on n'est souvent pas sûr que la multiplication continuera par en bas; mais, quand on les compare à des épis plus développés, à des degrés divers, et ayant neuf, dix ou onze épillets de chaque côté, et que la généralité de ces épis a les plus grands rameaux dans la région moyenne, il est bien vraisemblable que ce sont ces plus grands rameaux qui sont les premiers-nés.

» Ce que la comparaison de jeunes inflorescences à différents âges indique déjà, la comparaison des mérithalles dans d'assez nombreux épis en voie de produire leurs rameaux le démontre directement, souvent avec la plus grande précision. En effet, on trouve des exemples dans lesquels des rameaux, soit de la région moyenne, soit de la région supérieure, étant nés et déjà élevés, ceux qui sont situés plus bas sont de moins en moins développés, et ceux qui seront plus bas encore sont annoncés par une dilatation verticale des mérithalles qui doivent les produire. Le *L. perenne* aristé que j'ai cité et les *L. italicum, temulentum* m'en ont donné de beaux exemples.

» Un épi haut de $1^{mm},05$, entre autres, de *L. perenne* aristé présentait un peu au-dessous du sommet obtus du rachis, de chaque côté, un mamelon (vu de profil) naissant, et au-dessous quatre proéminences beaucoup plus fortes, représentant des rameaux déjà assez élevés. Plus bas de chaque côté, il y en avait deux plus faibles, l'inférieure étant la plus petite, et au-dessous de celle-ci étaient des mérithalles fortement élargis verticalement, mais ne faisant pas encore de saillie qui pût justifier le nom de rameau. Ces mérithalles étaient seulement préparés à en émettre.

» Le *Lolium temulentum* m'a aussi donné des exemples d'épis à rameaux de la région moyenne naissant avant ceux d'en bas et d'en haut; mais il m'a donné aussi très fréquemment, surtout dans un semis fait tardivement, de beaux exemples de rameaux supérieurs plus précoces et prédominants par leur dimension. Cependant le rameau latéral supérieur était ordinairement un peu plus faible que celui qui était immédiatement au-dessous. Tous les autres décroissaient graduellement de haut en bas. Et, dans des épis où il ne se formait plus de rameaux par en haut, il en naissait certainement encore par en bas (épis de $1^{mm},10$, $0^{mm},90$, $0^{mm},85$, $0^{mm},80$). J'ai dessiné plusieurs de ces épis de $0^{mm},80$ et $0^{mm},85$ seulement, qui ne produisaient plus de rameaux par en haut, puisqu'ils développaient les glumes et glumelles de leur épillet terminal, bien que dans leur partie inférieure il se formât encore de nouveaux rameaux. Une très jeune inflorescence du même *L. temulentum*, haute de $0^{mm},67$, était bien remarquable. Tous ses articles supérieurs, sauf le dernier, étaient fortement dilatés verticalement du côté qui devait produire un rameau; mais les rameaux ne commençaient à naître que sur une face du rachis; les quatre mérithalles les plus avancés s'y renflaient chacun en une saillie, qui était évidemment le rudiment d'un rameau. Le renflement le plus considérable était le plus haut placé des quatre; les trois autres décroissaient de haut en bas. De l'autre côté de l'épi, les mérithalles correspondants, alternant avec ces renflements, étaient seulement dilatés verticalement; ils étaient délimités par une ligne droite à peu près verticale; mais les supérieurs de ces mérithalles étaient déjà beaucoup plus dilatés que les plus bas placés. Là, il n'était donc pas douteux que les rameaux naquissent de haut en bas, sauf, je le répète, un supérieur latéral.

» Le *Lolium italicum* surtout m'a donné des résultats très variés et quelques exemples du plus haut intérêt théorique. Il est fréquent de trouver des épis dont la généralité des rameaux naît de bas en haut, sauf peut-être l'inférieur, qui n'est jamais trouvé le plus grand de tous; c'est assez souvent le troisième ou le quatrième, parfois même le deuxième d'en bas, qui est le plus développé. Tous les autres sont d'autant plus petits qu'ils sont insérés plus haut sur le rachis. Cette dimension relative des rameaux ou épillets se conserve quelquefois assez longtemps. Ainsi, dans un épi de $4^{mm},20$, ayant dix-neuf rameaux dans la série A (celle dont l'épillet inférieur est le plus bas sur l'axe) et dix-huit dans la série A', c'étaient le troisième et le quatrième du bas de la série A, et le troisième de la série A', qui étaient les plus grands. Tous ceux qui étaient au-dessus allaient en diminuant de bas en haut. Le premier et le deuxième du bas de chaque

série étaient plus petits que le troisième, mais ils étaient plus grands que les supérieurs, le terminal excepté. L'épillet inférieur de la série A avait $0^{mm},29$; le quatrième avait $0^{mm},42$; le supérieur latéral n'avait que $0^{mm},25$; mais le terminal avait $0^{mm},42$, comme le plus grand d'en bas. Un autre épi de 6^{mm}, ayant vingt-cinq épillets dans la série A et vingt-quatre dans la série A', avait aussi conservé l'accroissement basifuge pour l'ensemble des épillets latéraux. Les deuxièmes et troisièmes d'en bas étaient les plus grands des latéraux; les supérieurs étaient les plus petits.

» Il n'en est pas toujours ainsi. Ce sont fréquemment les rameaux de la région moyenne qui naissent les premiers, et quelquefois même les rameaux de la région supérieure. Dans un épi de $1^{mm},00$, les rameaux de la région moyenne naissaient les premiers; au-dessus et au-dessous plusieurs rameaux étaient annoncés par un élargissement vertical des mérithalles, comme j'en ai cité des exemples. Dans de tels cas, les rameaux de la région moyenne conservent quelque temps la prééminence; puis, l'accroissement prédominant par en haut, ils sont dépassés par les rameaux supérieurs.

» Dans d'autres cas, ce sont des rameaux de la région supérieure qui naissent d'abord; les inférieurs naissent ensuite de haut en bas, mais je n'ai jamais vu que ce fût le plus haut placé de chaque série qui naquît le premier. Ce sont souvent les troisième et quatrième de chaque série (à compter d'en haut), qui apparaissent d'abord; les deux ou trois situés au-dessus ne naissent qu'ensuite. A la première phase de leur évolution, ceux-ci sont toujours trouvés plus petits que les latéraux placés immédiatement au-dessous. Dans de tels cas, le terminal est toujours le plus avancé de tous [1]. Ainsi, dans un épi de $1^{mm},65$, entre autres, ayant seize rameaux de chaque côté, les quinzième et quatorzième de la série A étaient les plus grands des latéraux, et dans la série A' c'étaient les quatorzième et treizième; le quinzième et le seizième étaient plus petits que ces derniers, et tous les inférieurs diminuaient graduellement de haut en bas.

» Outre les preuves déjà énoncées plus haut, qui démontrent que dans de tels épis l'affaiblissement graduel des épillets inférieurs n'est pas dû à un ralentissement de leur végétation, mais à l'ordre de leur naissance, le *Lolium italicum* m'en a donné une nouvelle fort élégante et aussi concluante, que voici. Les nombreux rameaux de deux jeunes épis étaient tous nés de bas en haut, et ils s'étaient accrus de façon que les plus grands

---

[1] Mais, quand les premiers-nés sont situés beaucoup plus bas, il peut arriver que le terminal ne soit pas toujours le plus avancé.

étaient à la partie inférieure du rachis; mais, comme d'ordinaire, le plus bas placé et le suivant étaient moins avancés que le troisième et le quatrième de chaque série. Tous les autres allaient graduellement en diminuant de bas en haut jusque *vers les deux tiers* de la hauteur de l'épi, *où se trouvaient les plus petits de tous*. A partir de là, les rameaux de la région supérieure *devenaient graduellement de plus en plus grands*, mais les plus haut placés de chaque série étaient moins avancés que les inférieurs. Voici les proportions exactes de ces rameaux. L'un de ces épis, haut de $2^{mm},35$, avait vingt-quatre rameaux dans chaque série. Les rameaux de l'un des côtés furent mesurés : l'inférieur avait $0^{mm},100$; le troisième et le quatrième d'en bas avaient $0^{mm},165$; le dix-septième et le dix-huitième avaient seulement $0^{mm},050$; le supérieur de chaque série avait $0^{mm},065$.

» Ainsi, ce n'était pas le rameau supérieur latéral, le vingt-quatrième, qui était le plus petit, comme cela aurait dû être si l'accroissement avait persisté à s'effectuer de bas en haut : c'étaient le dix-septième et le dix-huitième qui étaient les plus courts, c'est-à-dire des rameaux situés *vers les deux tiers* de la hauteur de l'épi. Cela montre que, si *dans le premier âge* des rameaux de certains épis les supérieurs sont plus grands que les inférieurs, cela n'est pas dû à un accroissement progressif et continu de la végétation, se propageant régulièrement de bas en haut, ou à un ralentissement de celle des rameaux inférieurs, de manière à donner une série de rameaux graduellement plus développés de la base au sommet du rachis, puisque, dans le cas que je viens de citer, ce sont des rameaux d'un peu au-dessus de la région moyenne qui sont les plus petits, tandis que les plus grands sont encore en bas. C'est donc que tout à coup, pour ainsi dire, une plus grande activité de la végétation est survenue dans la partie supérieure des épis et a interverti l'ordre de l'accroissement des épillets rudimentaires.

» Ce qui arrive ici dans un épi de $2^{mm},35$ ne survient parfois que dans des épis de 6^{mm} et plus, et d'autres fois dans de jeunes rachis encore dépourvus de rameaux (*Nardus stricta*, etc.). L'opinion que j'ai soutenue reçoit donc une nouvelle confirmation. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'orbite que parcourt un point matériel attiré par un sphéroïde.* Note de M. H. GYLDÉN. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« Permettez-moi de vous entretenir d'un problème d'Astronomie théorique qui, peut-être, n'est pas entièrement sans intérêt pour vous : c'est la recherche de l'orbite que parcourt un point matériel attiré vers un sphéroïde selon la loi newtonienne. Dans le cas qui touche à l'Astronomie, on a avec approximation suffisante, pour cette force, l'expression suivante,

$$-\frac{\mu_1}{r^2}-\frac{3\mu_2}{r^4},$$

μ_2 étant la demi-différence entre les moments d'inertie, ou, plus exactement,

$$\mu_2=\tfrac{1}{4}(2C-A-B).$$

» En supposant maintenant, pour obtenir la solution correspondant à la première approximation, que le mobile se meut dans l'équateur du sphéroïde, on a les équations suivantes (r étant le rayon vecteur et v l'angle que fait ce rayon avec l'axe fixe des x):

$$r^2\frac{d^2v}{dt^2}+2r\frac{dr}{dt}\frac{dv}{dt}=0,$$

$$\frac{d^2r}{dt^2}-r\left(\frac{dv}{dt}\right)^2+\frac{\mu_1}{r^2}+\frac{3\mu_2}{r^4}=0,$$

» Si l'on introduit dans ces équations, au lieu de t, une nouvelle variable indépendante u, qui est liée à t par l'équation

$$dt=\gamma r^2 du,$$

γ étant un coefficient constant à notre disposition, il en résulte

$$dv=\gamma\sqrt{c}\,du,$$

$$\frac{1}{\gamma^2}\left(\frac{dr}{du}\right)^2=r(2\mu_2-cr+2\mu_1r^2-hr^3),$$

où l'on a désigné par $\sqrt{c}$ et h les deux constantes d'intégration.

» Supposons que l'orbite soit fermée; alors l'équation

$$0 = 2\mu_2 - cr + 2\mu_1 r^2 - hr^3$$

doit nécessairement avoir deux racines positives. En les désignant par r_1 et r_2, on peut mettre

$$\frac{1}{\gamma^2}\left(\frac{dr}{du}\right)^2 = r(r - r_1)(r - r_2)(\gamma_0 - \gamma_1 r),$$

après quoi l'on peut exprimer les coefficients $2\mu_2$, c, $2\mu_1$ et h au moyen de r_1, r_2, γ_0 et γ_1. Il est aisé de voir qu'on aura

$$\begin{aligned} 2\mu_2 &= \gamma_0 r_1 r_2, \\ c &= (r_1 + r_2)\gamma_0 + r_1 r_2 \gamma_1, \\ 2\mu_1 &= (r_1 + r_2)\gamma_1 + \gamma_0, \\ h &= \gamma_1. \end{aligned}$$

» Maintenant, si l'on pose

$$r = \frac{r_1 - my}{1 - ny}$$

et que l'on admette les indéterminées assujetties aux conditions suivantes,

$$\begin{aligned} r_2 - r_1 &= nr_2 - m, \\ \gamma_1 m &= \gamma_0 n, \\ \gamma^2 &= \frac{4}{r_1(\gamma_1 r_2 - \gamma_0)}, \end{aligned}$$

il viendra

$$y = \operatorname{sn} u, \quad \operatorname{mod} k = \frac{m}{r_1},$$

et, parce qu'on a

$$r = r_1 \frac{\operatorname{dn} u^2}{1 - n \operatorname{sn} u^2},$$

il en résultera

$$dt = \gamma r_1^2 \frac{\operatorname{dn} u^4}{(1 - n \operatorname{sn} u^2)^2} du.$$

» Pour donner à cette expression la forme usuelle des intégrales elliptiques, j'introduis deux quantités nouvelles, en posant

$$n = k^2 \operatorname{sn}(i\sigma + \mathrm{K})^2,$$

d'où il résulte

$$\frac{m}{n} = \frac{\gamma_0}{\gamma_1} = \frac{r_1}{[\mathrm{sn}(i\sigma + \mathrm{K})]^2},$$

puis

$$\frac{r_2 - r_1}{r_2} = k^2 \,\mathrm{sn}(i\omega + \mathrm{K})^2.$$

» Mais, par la valeur de n, savoir

$$n = \frac{\gamma_1(r_2 - r_1)}{\gamma_1 r_2 - \gamma_0},$$

ou bien

$$n = \frac{r_2 - r_1}{r_1 \gamma_1 \left[1 - \frac{r_1}{r_2}\frac{1}{\mathrm{sn}(i\sigma + \mathrm{K})^2}\right]},$$

nous aurons

$$\left[\frac{\mathrm{sn}(i\sigma + \mathrm{K})}{\mathrm{sn}(i\omega + \mathrm{K})}\right]^2 = \frac{1}{1 - \frac{r_1}{r_2}\frac{1}{\mathrm{sn}(i\sigma + \mathrm{K})^2}} = \frac{1}{1 - \left[\frac{\mathrm{dn}(i\omega + \mathrm{K})}{\mathrm{sn}(i\sigma + \mathrm{K})}\right]^2},$$

de sorte qu'il vient

$$\gamma = \sqrt{\frac{2 r_1}{\mu_2}} \frac{1}{\mathrm{sn}(i\omega + \mathrm{K})}.$$

» Le coefficient $\sqrt{c}$ ne peut pas être exprimé rationnellement à l'aide des auxiliaires σ et ω, mais on trouvera cependant une formule bien aisée pour les calculs numériques. En effet, il résulte, après quelques transformations,

$$\gamma\sqrt{c} = 2\,\frac{\mathrm{sn}(i\sigma + k)}{\mathrm{sn}(i\omega + k)}\sqrt{1 + \{1 - k'^2[\mathrm{sn}(\omega, k')\,\mathrm{sn}(\sigma, k')]^2\}},$$

de sorte qu'on peut très facilement calculer la quantité S dans la formule

$$\gamma\sqrt{c} = 2(1 + \mathrm{S})\frac{\pi}{2k}.$$

» Le coefficient γ peut encore être exprimé de la manière suivante :

$$\gamma = \sqrt{\frac{r_1 + r_2}{r_1 r_2}}\, k'[\mathrm{sn}(\sigma + \omega) + \mathrm{sn}(\sigma - \omega)]. \text{ »}$$

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Physique, en remplacement de M. *Lissajous*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 49,

M. Abria obtient.	43	suffrages
M. Violle »	3	»
M. Terquem »	2	»
M. Crova »	1	»

M. **Abria**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE VÉGÉTALE. — *Applications de la théorie des germes aux champignons parasites des végétaux, et spécialement aux maladies de la vigne.* Note de M. **Max. Cornu.**

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« La théorie des germes, à laquelle M. Pasteur a attaché son nom, a une importance considérable en Agriculture, et, si les prescriptions qu'elle indique étaient suivies, les cultivateurs en retireraient d'incontestables avantages; plusieurs pratiques agricoles y trouvent un fondement scientifique; cette théorie se présente à nous et s'impose à propos des sujets les plus divers.

» Dans un très grand nombre de cas, les parasites végétaux qui attaquent les plantes de nos climats n'occupent pas définitivement la plante atteinte, mais ils sont confinés sur des organes, dont la plante peut être artificiellement ou naturellement dépouillée, recouvrant ainsi la santé.

» Dans les parties séparées du végétal, le parasite subsiste sans périr, mais il y est soumis pendant une période plus ou moins longue au hasard des saisons; il doit émettre des corps reproducteurs, qui, livrés aux caprices de l'atmosphère, auront à atteindre et à occuper de nouveau la plante d'où ils ont été exclus.

» Ce fait se produit de façons diverses :

» A. Le mycélium ne meurt pas; il doit, soit passer l'hiver tel quel, soit s'accroître encore et donner naissance à des corps reproducteurs nouveaux ou semblables aux anciens.

» B. Le mycélium est mort après avoir donné des corps reproducteurs, qui bravent les conditions défavorables et n'entrent en végétation que dans la saison propice.

» On pourrait donner de nombreux exemples; mais on peut dire d'une manière générale que le premier groupe contient des Ascomycètes; le second les Urédinées, Ustilaginées, Péronosporées, Chytridinées, Myxomycètes et aussi quelques Ascomycètes.

» Il y a une conséquence pratique à tirer des faits qui précèdent.

» A. On peut placer les parties caduques dans des conditions telles, que le parasite n'y continue pas à vivre; on supprime ainsi l'ensemencement des spores au retour de la saison végétative. Dans plusieurs cas, la dessiccation prolongée seule pourrait suffire, jusqu'au jour où, l'époque de l'évolution dépassée, le parasite ne peut plus s'accroître et meurt naturellement, exemple : Phacidiées (*Rhytisma acerinum*), Dothidéacées (*Polystigma rubrum*) [1], la plupart des Septoriacées, etc.; il faudrait donner de longs détails que cette Note ne comporte pas.

» On peut utiliser les feuilles malades (ou toutes les feuilles sans les trier) à la nourriture des bestiaux, les employer pour les litières, pour la confection de composts, etc.; mais on doit les traiter de telle sorte que, quand revient la saison de leur végétation, les spores ne puissent se disséminer; on les accumulera dans des fosses spéciales, on les recouvrira de terre et on pourra plus tard répandre ces débris sur les cultures.

» Quand le parasite se montre sur les rameaux, qui ne sont pas naturellement caducs comme les feuilles, on peut les retrancher, et ces parties coupées pourront être traitées comme il vient d'être dit.

» B. Les autres espèces de parasites ne permettent point des pratiques semblables; on ne saurait sans danger les employer à la nourriture des bestiaux, à la confection des composts et des litières. La digestion, la putréfaction des tissus ne frappent point de mort les spores dormantes, qui conservent intactes leur propriété germinative. Après un enfouissement prolongé, ces spores donnent aisément de nouveaux germes; on ne peut

---

[1] *Comptes rendus*, séance du 22 juillet 1877.

donc sans imprudence utiliser les débris provenant des végétaux malades ([1]). Il faut détruire ces débris par l'action du feu. C'est une mauvaise économie que d'employer pour les étables les pailles couvertes de Rouille, c'est mal comprendre ses intérêts que de faire consommer aux animaux les grains cariés ou charbonneux, les choux couverts de *Cystopus*, les fanes de pomme de terre péronosporées; les fumiers qui en proviennent peuvent contaminer au loin les cultures : j'en ai observé des exemples ([2]).

» La place manque pour développer les conséquences spéciales pour chaque groupe de plantes : si l'on ne considère que la vigne, on a affaire à un cas particulier et curieux.

» La vigne est attaquée par trois parasites principaux, appartenant au règne végétal et déterminant trois maladies.

» L'*oïdium* et l'anthracnose n'ont pas de spores dormantes ; leur présence n'empêcherait pas d'utiliser les débris des plantes. Mais ces deux parasites demeurent sur les rameaux ; il convient donc, pour s'en rendre maître, de supprimer la réinvasion par des spores venues de la plante elle-même. On devra donc enlever les parties malades : pour l'*oïdium*, le bois taché ; pour l'anthracnose, les parties cariées. Il conviendra, en outre, de badigeonner les parties aériennes *de l'année* avec des produits sulfureux, par exemple des sulfocarbonates, pour tuer les mycéliums encore vivants.

» Étendu à la totalité du cep, ce traitement aurait l'avantage de détruire, à la fois, l'œuf d'hiver du Phylloxera et la Pyrale, ce qui exige souvent une opération spéciale dans le Midi et dans l'Ouest.

» Les feuilles, les rameaux détachés par la taille, peuvent contaminer les vignes si on les abandonne sur le sol, à l'humidité, dans des conditions où les parasites peuvent continuer leur évolution; il faut donc les recueillir et les emporter loin des cultures.

» L'existence du *Peronospora viticola* commande de les *brûler*; les cendres pourraient alors être utilisées comme amendements. En les détruisant ainsi, on empêchera la réapparition des germes dans une proportion considérable; la préservation sera efficace surtout si l'on prend quelques précautions pendant les premières années; il ne faut pas laisser les spores dormantes s'accumuler dans le sol : le mal serait bien plus difficile à combattre; ce soin se recommande surtout aux viticulteurs possesseurs de plants fins et délicats (Médoc) ou aux producteurs de racines de choix (Thomery, Fontainebleau).

([1]) Voir *Comptes rendus*, séances du 9 décembre 1878 et du 12 juillet 1880.

([2]) *Loc. cit.*, 12 juillet 1880.

» Le sort qui attend ces conseils sera sans doute celui qu'ont eu les premiers avertissements contre le *Peronospora viticola,* mais le devoir ordonne de dire ce qu'on pense être la vérité, quelle que soit la manière dont seront reçus les avis. »

VITICULTURE. — *Sur la découverte de l'œuf d'hiver dans les Pyrénées-Orientales.* Note de M. CAMPANA.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« J'ai toujours pensé que la différence de climat, qui peut exister entre les Pyrénées-Orientales et le Libournais, n'était pas une raison suffisante pour changer les mœurs du Phylloxera et que, par conséquent, si l'œuf d'hiver se trouvait sur le bois extérieur chez M. Boiteau, il devait se trouver dans les mêmes conditions d'habitat dans les Pyrénées-Orientales.

» Partant de ce principe, voici comment j'ai procédé dans la recherche de l'œuf d'hiver :

» J'ai coupé un très grand nombre de souches, de manière à emporter le bois de quatre ou cinq ans. J'enlevais ensuite les lambeaux d'écorce qui se soulèvent naturellement, en m'arrangeant de façon que tous les corpuscules qui se trouvaient sur ces lambeaux tombassent sur une feuille de papier blanc, où il était facile de choisir à la loupe tout ce qui pouvait ressembler à un œuf. Ces objets étaient alors placés sur une lame de verre et soumis à l'examen microscopique. Pour augmenter le nombre de corpuscules à examiner, je frappais à petits coups sur le bois que je venais de dépouiller de son écorce et je recueillais de même, sur du papier blanc, tous ceux qui tombaient. J'ai été assez heureux pour découvrir de la sorte, dans les vignes du Soler, entre le 20 et le 30 septembre, trois œufs d'hiver, parfaitement reconnaissables à la tache rouge et au pédicule de suspension qui les caractérisent.

» J'avais vu l'œuf d'hiver chez M. Boiteau, ce qui me permettait de le reconnaître. M. Ferrer, membre du Comité central de vigilance de Perpignan, n'a pas hésité à le reconnaître aussi. J'envoyai deux de ces œufs à M. Catta, délégué régional; malheureusement, ils subirent quelques détériorations en route. Leur caractère restait cependant, d'après ce que m'a dit M. Catta, suffisamment reconnaissable.

» Je ne doute pas que, par des recherches analogues, on n'arrive à retrouver, ailleurs que dans les Pyrénées-Orientales, des œufs d'hiver, dont le

nombre, je dois le dire, m'a paru très restreint, en raison des nombreuses investigations auxquelles j'ai dû me livrer. »

VITICULTURE. — *Sur un procédé de préparation du sulfure de carbone à l'état solide, pour le traitement des vignes phylloxérées.* Note de M. J. LAFAURIE.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Nous solidifions le sulfure de carbone en en faisant une émulsion avec une solution d'algues. L'algue connue sous le nom de *mousse du Japon, thao, singlass,* donne un très bon résultat.

» Nous préparons la solution en chauffant avec précaution l'eau contenant la mousse du Japon jusqu'à 90°. A cette température, l'eau en dissout 4 pour 100 de son poids environ. Nous laissons ensuite tomber le feu, sans que la matière se précipite, jusqu'à 35° ou 40°. L'émulsion avec le sulfure de carbone est faite dans un malaxeur. Il est indispensable que l'action soit très rapide et le mélange très intime.

» En comptant sur l'emploi de la mousse du Japon pure [1], on pourrait établir ainsi le prix de revient du sulfure de carbone solidifié :

Sulfure de carbonne, les 100^{kg}	50^{fr}
Solution de mousse du Japon, les 100^{kg} en contenant 4^{kg} à 3^{fr} le kilogramme	12
Main-d'œuvre	3
Matière solide (200^{kg})	65

» On peut varier la proportion de sulfure de carbone comme on veut, jusqu'à en mettre 80 pour 100. La consistance du mélange solidifié est d'autant plus forte que la dissolution y est plus abondante.

» L'évaporation du sulfure de carbone est très lente. Un morceau de notre matière solidifiée, laissé à l'air pendant deux mois, renfermait encore une grande quantité de sulfure.

» On pourrait donc obtenir, en enfouissant des morceaux de notre matière au pied de la vigne, la présence pendant un temps très long de vapeurs de sulfure de carbone autour des radicelles. Il serait facile de mettre

(1) La mousse du Japon coûte, en Europe, lorsqu'elle est très pure et comestible, environ 3^{fr} le kilogramme; mais nous obtenons de bonnes solidifications en la mélangeant avec des algues de prix inférieur, telles que le *Fucus crispus*.

à la disposition des vignerons des échantillons de richesse différente en sulfure, et ils pourraient expérimenter eux-mêmes ceux qui conviendraient le mieux à la nature de leurs cépages et à l'humidité de leur sol, de façon à éviter tout inconvénient pour la végétation. »

M. **Barral** adresse, de Bessan (Hérault), une Communication relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. E. **Haunet** adresse un Mémoire relatif au choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. F. **Le Clerc** se met à la disposition de l'Académie pour l'une des expéditions destinées à l'observation du prochain passage de Vénus.

(Renvoi à la Commission.)

M. **Brioschi**, nommé Correspondant pour la Section de Géométrie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° La « Revue de Géologie », publiée par MM. *Delesse* et *de Lapparent* (années 1877 et 1878).

2° La 16e année du « Journal du Ciel », publié par M. *Vinot*.

3° Des « Recherches statistiques et médicales sur la ville de Cette », par M. *L. Amat*. (Cet Ouvrage est renvoyé au Concours de Statistique pour 1881.)

ASTRONOMIE. — *Comète Swift* (*e* 1880). Note de MM. **Schulhof** et **Bossert**, présentée par M. Mouchez.

« Dans notre première Note (*Comptes rendus*, 6 décembre 1880), tout en excluant la durée de révolution de 11 années, nous n'avons pu décider

si la comète accomplissait sa révolution en $5\frac{1}{2}$ ans ou en $3\frac{2}{3}$ ans. Depuis, nos calculs ont dissipé ce doute en attribuant à la comète une durée de révolution de $5\frac{1}{2}$ ans; ils ont, en outre, démontré avec certitude l'identité de cette comète avec celle de 1869, comète III, découverte par M. Tempel.

» Après avoir calculé une éphéméride à l'aide de nos éléments elliptiques provisoires, nous avons comparé toutes les observations publiées jusqu'à ce jour et celles communiquées par M. Tempel. Le résultat de cette comparaison est donné dans le Tableau suivant :

Dates. 1880.	Lieu d'observation.	Observation-Calcul. $\Delta\alpha \cos\delta$.	$\Delta\delta$.	Dates. 1880.	Lieu d'observation.	Observation-Calcul. $\Delta\alpha \cos\delta$.	$\Delta\delta$.
Oct. 25	Washington......	$-1^s,06$	$+29'',5$	Oct. 25	Boston..........	$-3^s,25$	$+7'',6$
25	Odessa..........	−1,6	−11,8				
Oct. 28	Boston..........	−0,90	−43,4	Nov. 1	Washington......	−0,88	+22,2
31	Odessa..........	+0,42	+13,5	2	Boston..........	+0,96	+ 9,6
Nov. 1	Odessa..........	+0,16	+30,3				
Nov. 7	Washington......	−0,22	+34,7	Nov. 10	Dun-Echt........	+1,42	+27,6
7	Dun-Echt........	−0,23	+26,1	10	Paris............	−1,46	+35,0
9	Dun Echt........	−2,00	+31,0	11	Paris............		+26,7
9	Paris............	−1,54	+26,7	11	Cambridge (E. U.).	−0,33	+36,1
9	Strasbourg.......	−2,93	+16,5				
Nov. 20	Kiel............	+3,17	+10,6	Nov. 21	Lund............	−0,13	+37,5
20	Wilhemshaven....	+0,48	+19,6	21	Kiel............	−0,54	+19,7
20	Paris............	−0,53	+ 4,8	22	Odessa..........	+2,11	+ 6,9
20	Lund............	−0,61	+13,3				
Nov. 25	Paris............	+0,26	+10,5	Nov. 27	Paris............	−0,10	+ 6,0
Déc. 1	Arcetri..........	+0,22	+21,4	Déc. 3	Arcetri..........	+0,25	−13,3
2	Kiel............	+0,63	− 8,0	5	Arcetri..........	+0,54	− 2,8

» Nous avons changé l'observation d'Odessa octobre 25, où l'étoile de comparaison était mal identifiée, et nous avons augmenté de 1′ la déclinaison de Washington novembre 1 (observation méridienne). Nous avons exclu les observations de Boston octobre 25 (α) et 28 (δ), de Dun-Echt novembre 10 (α) et toutes celles du professeur Young, en Amérique.

» Nous avons pu former les six lieux normaux suivants, rapportés à l'écliptique de 1880,0 :

I.	Octobre	25,5........	$\lambda = 341°.46'.25'',4$	$\beta = 38°.39'.54'',1$
II.		31,5........	349.54.27,0	42.14.31,3
III.	Novembre	9,5........	9. 0.49,3	45.59.21,4
IV.		20,5........	39.57.40,2	42.56.19,2
V.		26,5........	54.26.58,9	37.16.29,8
VI.	Décembre	3,5........	66.38.34,7	29.22.53,7

» En acceptant comme condition le demi-grand axe correspondant à une durée de révolution de $5\frac{1}{2}$ ans, nous avons trouvé le système d'éléments suivants :

Époque..........	Octobre 25,5, temps moyen de Berlin.	
M	357°33′ 2″,8	
π	43. 4.40 ,5	1880,0
☊	296.51.25 ,7	1880,0
i	5.23. 0 ,4	1880,0
φ	40.56.34 ,0	
log a................	0,490718	

» Les écarts suivants restent dans les lieux intermédiaires.

	$\Delta\lambda \cos\beta$.	$\Delta\beta$.
II................	+ 11″,6	− 12″,3
III................	− 5,3	+ 7,1
IV................	− 11,7	+ 13,5
V................	− 13,1	+ 6,3

» La représentation laisse encore beaucoup à désirer; nous nous proposons de déterminer plus tard les éléments à l'aide des coefficients différentiels. »

ASTRONOMIE. — *Influence de la pente de réfringence sur la réfraction astronomique.* Note de M. S. Glasenapp, communiquée par M. Yvon Villarceau.

« Dans toutes les théories de la réfraction astronomique, on suppose que les couches atmosphériques d'égale densité sont distribuées en surfaces concentriques par rapport à la surface de la Terre. Nous nommerons ré-

fraction *normale,* ou réfraction *tabulaire,* les valeurs de la réfraction, fournies par les Tables calculées dans cette hypothèse.

» En réalité, les couches d'égale densité ne sont pas généralement distribuées en surfaces concentriques par rapport à la surface de la Terre; il peut donc y exister une *pente* plus ou moins grande, ce qui dépend des conditions particulières. Nous nommerons simplement *pente de réfringence* cette pente des couches atmosphériques.

» Les observations des températures et pressions barométriques, que l'on recueille dans presque tous les instituts météorologiques centraux, permettent de tracer, au moins à de certains instants et par de certaines altitudes, les courbes d'égales densités. Il est clair que, si les couches atmosphériques d'égale densité ne sont pas concentriques par rapport à la surface de la Terre, ou autrement, s'il existe une pente de réfringence, la réfraction réelle différera de la réfraction normale ou tabulaire; de plus, la disposition de la pente peut faire naître une réfraction latérale, savoir un déplacement de l'astre en azimut.

» Les causes qui produisent les pentes de réfringence et leurs variations nous sont très peu connues. Ces questions sont à peine touchées par les astronomes, et, en général, il faut dire que, de tout ce qui concerne la pente de réfringence, nous ne connaissons que très peu de chose.

» L'influence de la pente de réfringence sur la réfraction peut être admise *a priori;* quant à sa grandeur, elle ne peut être déterminée que par la voie des observations. La petitesse des grandeurs en question rend le problème très difficile. Un autre problème, que l'on peut regarder comme corollaire, nous paraît très intéressant, mais plus difficile encore que celui-ci : c'est d'étudier l'influence de la périodicité de la pente de réfringence, en supposant qu'elle existe, sur des grandeurs ayant pour période une année solaire, comme, par exemple, la parallaxe des étoiles fixes et leur aberration annuelle. Il nous semble très probable que, s'il existe une périodicité dans les variations des pentes de réfringence, elle se manifestera dans la détermination des parallaxes des étoiles fixes, ainsi que dans la détermination du coefficient constant de l'aberration de la lumière.

» Ayant en vue d'étudier ces questions dans tous leurs détails, nous croyons devoir prendre la méthode suivante :

» 1° Déterminer l'influence de la pente de réfringence, au moyen des observations faites sur différentes étoiles fixes.

» 2° Étudier la loi de la variation de cette influence, en fonction de la distance zénithale.

» 3° Examiner s'il existe quelque période annuelle dans la pente de réfringence, et, dans ce cas, en évaluer la grandeur.

» 4° Étudier quelle influence peut exercer cette variation périodique sur la parallaxe annuelle des étoiles fixes, ainsi que sur leur aberration.

» 5° Étudier la réfraction latérale.

» Nous sommes certain que l'étude de ces questions en fera naître quelques autres, dont on n'a présentement aucune idée. C'est par le premier numéro des points énoncés que nous avons commencé l'étude de l'influence de la pente de réfringence. Les résultats de cette étude seront exposés dans une Note subséquente. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur le contact des coniques et des surfaces.* Note de M. G. DARBOUX.

« M. Kummer a démontré que les surfaces du quatrième ordre douées d'une conique double peuvent être engendrées de dix manières différentes par le mouvement d'une conique variable assujettie à rencontrer en deux points la conique double. Dans le cas où ces surfaces deviennent des cyclides, les coniques sont toutes des cercles, et il passe, par conséquent, dix cercles par chaque point de la surface. Cette propriété des cyclides m'a toujours paru des plus intéressantes; les nombreuses recherches des géomètres sur les surfaces des cinq premiers ordres nous ont bien fait connaître des surfaces contenant plusieurs séries de coniques, mais aucune d'elles n'admet un aussi grand nombre de séries de sections circulaires que les cyclides. Il m'a semblé qu'il y aurait intérêt à démontrer rigoureusement qu'une surface ne peut admettre plus de dix séries de sections circulaires et que les cyclides sont les seules surfaces dans lesquelles ce nombre maximum de dix séries soit effectivement atteint. Choisissant parmi les différentes voies qui pouvaient s'offrir pour la démonstration de cette proposition difficile, j'ai étudié le contact d'une conique et d'une surface et examiné en particulier le cas où cette conique est un cercle [1], et j'ai ainsi obtenu les propositions suivantes, dont la démonstration est aussi facile que le comporte la nature d'un sujet où l'on a à considérer les dérivées des six premiers ordres d'une fonction de deux variables indépendantes:

---

[1] M. Transon a publié sur ce sujet deux Mémoires, l'un en 1841 dans le *Journal de Liouville*, l'autre en 1870 dans les *Nouvelles Annales de Mathématiques*.

» *Si dans une surface* (S) *on considère toutes les sections planes passant par une même droite tangente en un point simple* O, *le lieu des coniques osculatrices de ces sections à leur point de contact commun avec la tangente est une surface du second degré ayant un contact du second ordre avec la surface* (S).

» Étant donnée une surface quelconque (Q) à neuf paramètres, on peut en général disposer de ces paramètres de telle manière que la surface soit osculatrice en O à la surface (S) et de telle manière que les trois tangentes au point triple qu'a la courbe de section des deux surfaces en O soient confondues suivant une tangente quelconque (T) donnée à l'avance. Dans le cas où la surface (Q) est du second degré, la tangente (T) ne peut pas être prise arbitrairement; elle ne peut avoir que trois positions, et alors il y a une infinité de surfaces du second degré correspondantes à chacune de ces directions. La théorie du contact d'une surface du second degré avec une surface quelconque conduit donc à un système de lignes analogues aux lignes de courbure et définies par une équation différentielle du premier ordre et du troisième degré en $\frac{dy}{dx}$. Trois surfaces particulières du second degré peuvent être considérées comme ayant le contact le plus intime possible avec la surface proposée.

» *Les plans qui coupent la surface* (S) *suivant des sections planes surosculées en* O *par une conique enveloppent un cône de neuvième classe admettant le plan tangent en* O, *pour plan tangent septuple.*

» *En dehors des surfaces du second ordre, il n'y a que la surface de Steiner et ses variétés et la surface réglée du troisième ordre qui admettent une infinité de coniques passant par chaque point de la surface.*

» *Il y a en général vingt-sept coniques qui coupent la surface* (S) *en sept points confondus au point* O.

» *Les plans qui coupent la surface* (S) *suivant des sections surosculées en* O *par un cercle enveloppent un cône de cinquième classe admettant le plan tangent pour plan tangent quadruple.*

» *Le lieu des pôles des inversions qui transforment la surface* (S) *en une autre* (S'), *pouvant avoir au point* O', *inverse de* O, *un contact du troisième ordre avec une surface du second ordre, est une courbe du sixième ordre qui est l'inverse par rapport à* O *d'une cubique gauche.*

» *Par chaque point simple* O *de la surface* (S) *il passe en général dix cercles coupant la surface en cinq points confondus. En d'autres termes, il y a dix sections dont les coniques osculatrices sont des cercles.*

» *S'il y a plus de dix cercles, le point est nécessairement un ombilic.*

» *Une surface ne peut admettre plus de dix cercles passant en chaque point sans se réduire à une sphère.*

» *Les seules surfaces qui admettent dix séries de sections circulaires sont les cyclides.*

» Je dirai quelques mots de la démonstration de ce dernier théorème. On commence par établir que, si en chaque point de la surface il passe dix cercles coupant la surface en six points consécutifs, chacun de ces cercles est nécessairement rencontré en deux points par l'un des neuf autres. Cette remarque dispense des intégrations qu'il y aurait à faire pour déterminer la surface, ou du moins elle permet de les effectuer par des considérations géométriques.

» On en déduit, en effet, que la surface contient deux séries de cercles C, C', ..., Γ, Γ', ... telles que tout cercle de la première série coupe en deux points chaque cercle de la seconde.

» On déduit aisément de là que les cercles (C), ..., (Γ), ... doivent être orthogonaux à une sphère fixe (θ). Par suite, la surface cherchée est l'enveloppe des sphères à deux paramètres variables, contenant l'un des cercles (C) et l'un des cercles (Γ). Ces sphères sont orthogonales évidemment à la sphère (θ), et, comme elles coupent la surface cherchée suivant deux cercles, le lieu des centres de ces sphères doit être une surface doublement réglée, c'est-à-dire une surface du second degré. On reconnaît le mode de génération des cyclides dû à M. Moutard.

» Pour démontrer quelques-unes des propositions précédentes, j'ai fait usage d'une forme réduite à laquelle on peut amener le développement de la coordonnée z d'un point d'une surface quelconque en employant une transformation homographique. Cette forme est la suivante,

$$z = xy + x^3 + y^3 + xy(ax^2 + by^2) + u_5 + \ldots,$$

et il y a une forme réduite analogue pour le cas des n variables. Elle permettrait de traiter la question des invariants différentiels, qui a fait l'objet des importantes recherches de M. Halphen; mais j'ai laissé ce sujet entièrement de côté. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe d'équations différentielles linéaires.* Note de M. **Appell**, présentée par M. Bouquet.

« Les recherches de M. Hermite [1] sur l'équation de Lamé, celles de MM. Picard et Mittag-Leffler [2] sur les équations différentielles linéaires à coefficients doublement périodiques et celles de M. Fuchs [3] sur certaines équations différentielles linéaires peuvent, à un certain point de vue, se généraliser de la façon suivante.

» Soit $F(x, y) = 0$ une équation algébrique représentant une courbe d'ordre m et de genre p et contenant un terme en y^m, et soit

$$(1) \qquad \frac{d^n z}{dx^n} + \varphi_1(x, y)\frac{d^{n-1} z}{dx^{n-1}} + \ldots + \varphi_n(x, y) z = 0$$

une équation différentielle linéaire dans laquelle $\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_n$ sont des fonctions rationnelles de x et y, y étant la fonction algébrique de x définie par l'équation $F = 0$. Les coefficients φ_i possèdent deux sortes de points singuliers, à savoir : 1° les points (ξ_k, η_k) de la courbe $F = 0$, où certaines des fonctions φ_i deviennent infinies ; 2° les points critiques de la fonction algébrique y de x, que nous supposerons distincts des points (ξ_k, η_k). Supposons que l'on ait constaté par la méthode de M. Fuchs que les points (ξ_k, η_k) et le point ∞ sont des pôles ou des points ordinaires de la fonction intégrale de l'équation (1). Soit $f(x, y)$ une fonction du point analytique (x, y) vérifiant l'équation différentielle (1) ; marquons dans le plan représentatif des x les points critiques de la fonction algébrique y de x, et voyons ce que devient cette fonction $f(x, y)$ quand le point analytique (x, y) décrit des cycles simples (Briot et Bouquet, *Théorie des fonctions elliptiques*, p. 170). On démontre d'abord : 1° que, si le point (x, y) décrit à la suite les uns des autres différents cycles simples, la variation éprouvée par la fonction intégrale $f(x, y)$ est indépendante de l'ordre dans lequel ces cycles sont décrits ; 2° que, si le point (x, y) décrit successivement les q lacets binaires d'un même système circulaire de q racines se permutant autour d'un point critique, la fonction $f(x, y)$ ne change pas.

---

[1] *Comptes rendus*, t. LXXXVI.

[2] *Ibid.*, t. XC.

[3] *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, année 1878.

» Si maintenant le point (x,y) décrit un cycle simple quelconque, la fonction $f(x,y)$ deviendra, après un premier tour du point sur le cycle, $f_1(x,y)$, après un deuxième tour $f_2(x,y),\ldots$, après un $n^{\text{ième}}$ tour $f_n(x,y)$. Puisque ces $n+1$ fonctions $f, f_1, \ldots, f_n$ vérifient l'équation différentielle, elles sont liées par une relation de la forme

$$(2) \qquad Cf(x,y) + C_1 f_1(x,y) + \ldots + C_n f_n(x,y) = 0.$$

» On conclut de là, en employant la méthode dont s'est servi M. Picard dans les Notes citées, que l'on peut trouver des constantes $A_0, A_1, \ldots, A_{n-1}$ telles que la fonction

$$\varphi(x,y) = A_0 f(x,y) + A_1 f_1(x,y) + \ldots + A_{n-1} f_{n-1}(x,y)$$

se reproduise multipliée par un facteur constant quand le point (x,y) décrit le cycle considéré. On pourra ensuite prendre $\varphi(x,y)$ pour fonction intégrale et faire pour un deuxième cycle simple une transformation analogue à la précédente, et ainsi de suite pour tous les cycles simples, de façon à obtenir finalement une fonction intégrale $\psi(x,y)$ qui se reproduit multipliée par un facteur constant toutes les fois que le point (x,y) décrit un cycle simple. Les *facteurs* ou *multiplicateurs* qui répondent aux différents cycles simples peuvent ne pas être tous distincts; on obtiendra des relations entre eux en faisant décrire des circuits au point (x,y) et remarquant que la fonction intégrale $\psi(x,y)$ ne change pas, puisque le point ∞ est un pôle ou un point ordinaire pour cette fonction. Il résulte de tout ce qui précède que le nombre des multiplicateurs distincts de $\psi(x,y)$ est égal au nombre des périodes des intégrales abéliennes de première espèce relatives à la courbe $F=0$, c'est-à-dire à $2p$.

» Soient $u^{(i)}(x,y)(i=1,2,\ldots,p)$ les p intégrales abéliennes normales de première espèce; considérons les cycles qui donnent les $2p$ périodes normales, à savoir, pour l'intégrale $u^{(i)}$, les périodes

$$\begin{array}{llllll} \omega_1^{(i)} = 0, & \omega_3^{(i)} = 0, & \ldots, & \omega_{(i)}^{2i-1} = 2\pi\sqrt{-1}, & \ldots, & \omega_{2p-1}^{(i)} = 0, \\ \omega_2^{(i)} = 2\alpha_{i1}, & \omega_4^{(i)} = 2\alpha_{i2}, & \ldots, & \omega_{2i}^{i} = 2\alpha_{ii}, & \ldots, & \omega_{2p}^{(i)} = 2\alpha_{ip}; \end{array}$$

à ces cycles répondront, pour la fonction intégrale $\psi(x,y)$, $2p$ multiplicateurs $\mu_1, \mu_2, \ldots, \mu_{2p}$, le facteur μ_k correspondant au cycle qui donne $\omega_k^{(i)}$. Soit $\Theta(x_i)$ la fonction Θ de p variables formée avec les nombres α_{ik} (Briot, *Théorie des fonctions abéliennes*, p. 114), et considérons la fonction

$$T(x,y) = \frac{\Theta[u^{(i)}(x,y) - g_i]}{\Theta[u^{(i)}(x,y)]} e^{\lambda_1 u^{(1)}(x,y) + \lambda_2 u^{(2)}(x,y) + \ldots + \lambda_p u^{(p)}(x,y)},$$

où λ_i et g_i sont des constantes. Si le point (x, y) décrit un cycle donnant pour les intégrales abéliennes une période à indice impair $2i-1$, la fonction $T(x,y)$ se reproduit multipliée par $e^{2\lambda_i\pi\sqrt{-1}}$, et nous déterminerons les p constantes λ_i de façon que cette exponentielle soit égale à

$$\frac{1}{\mu_{2i-1}} \quad (i=1, 2 \ldots p).$$

Si le point (x,y) décrit un cycle donnant une période à indice pair $2i$, la fonction $T(x, y)$ se reproduit multipliée par l'expression

$$e^{2(\lambda_1\alpha_{1i}+\lambda_2\alpha_{2i}+\ldots+\lambda_p\alpha_{pi})+g_i},$$

et nous déterminerons les constantes g_i de façon que cette expression soit égale à $\frac{1}{\mu_{2i}}(i=1, 2, \ldots, p)$. Alors la fonction $\psi(x, y)\,T(x, y)$ est une fonction uniforme du point analytique (x, y) n'admettant sur toute la sphère que des pôles et des points critiques algébriques; elle est donc une fonction rationnelle de x et y (Briot, *Théorie des fonctions abéliennes*, Note B), et, en appelant $R(x,y)$ cette fonction rationnelle, on a

$$\psi(x,y)T(x,y) = R(x, y),$$

ce qui donne l'expression analytique de la fonction intégrale $\psi(x,y)$ à l'aide de symboles connus. Cette fonction $\psi(x,y)$ peut se décomposer en éléments simples comme les fonctions doublement périodiques de seconde espèce : c'est ce que je me propose d'indiquer dans un Mémoire plus étendu que j'aurai l'honneur de présenter à l'Académie. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration des équations aux dérivées partielles du premier ordre.* Note de M. **J. Collet.**

« Les différentes méthodes connues pour l'intégration des équations aux dérivées partielles du premier ordre, isolées ou simultanées, se ramènent toutes finalement à l'intégration d'une équation de la forme

$$(1) \qquad dz - p_1 dx_1 - p_2 dx_2 - \ldots - p_n dx_n = 0,$$

les valeurs de $p_1, p_2, \ldots, p_n$ étant fournies par n équations distinctes

$$(2) \qquad f_1 = 0, \quad f_2 = 0, \quad \ldots, \quad f_n = 0,$$

qui sont telles que, au moyen des valeurs qu'on en tire pour $p_1, p_2, \ldots, p_n$, l'expression

$$(3) \qquad p_1 dx_1 + p_2 dx_2 + \ldots + p_n dx_n$$

soit une différentielle exacte quand on y considère z comme une fonction des variables $x_1, x_2, \ldots, x_n$.

» Pour qu'il en soit ainsi, les fonctions $f_1, f_2, \ldots, f_n$ sont astreintes à satisfaire deux à deux à $\frac{n(n-1)}{2}$ conditions, nécessaires et suffisantes, de la forme

$$(4) \qquad (f_h, f_k) = \sum_{i=1}^{i=n}\left[\frac{\partial f_h}{\partial p_i}\left(\frac{\partial f_k}{\partial x_i} + p_i\frac{\partial f_k}{\partial z}\right) - \frac{\partial f_k}{\partial p_i}\left(\frac{\partial f_h}{\partial x_i} + p_i\frac{\partial f_h}{\partial z}\right)\right] = 0.$$

» Dans le cas où plusieurs équations proposées doivent être intégrées simultanément, ces relations, convenablement employées, servent à reconnaître s'il existe des solutions communes à ces équations ([1]); puis alors, comme aussi dans le cas d'une seule équation, elles permettent, suivant diverses méthodes, de compléter le système (2) au moyen d'équations convenables.

» Lorsque la fonction z n'entre pas dans ces équations, elle n'entre pas non plus dans l'expression (3), et le premier membre de l'équation (1) est une différentielle exacte. M. J. Bertrand a montré, en rectifiant le procédé défectueux indiqué par Jacobi pour atteindre le même but, que, sans déterminer en rien la généralité du problème, tous les cas pouvaient se ramener au précédent par une transformation générale qui, en faisant disparaître la fonction, augmentait d'une unité le nombre des variables. Mais cette transformation n'est pas indispensable, et l'on peut intégrer en conservant la fonction, comme cela a lieu, en suivant les méthodes de Lagrange ou de Cauchy, et même, comme on le pourrait aussi, en suivant celle de Jacobi.

» Dans ce cas, le premier membre de l'équation (1) n'est plus une différentielle exacte, puisque la variable z entre dans les coefficients $p_1, p_2, \ldots, p_n$; mais l'équation (1) reste intégrable, et nous nous proposons de montrer qu'alors *il existe toujours un facteur d'intégration,* les conditions (4) étant supposées satisfaites.

» On sait que les conditions qui doivent être remplies pour que l'ex-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 1126; *Annales de l'École Normale*, t. V, 2e série.

pression

$$X_0\,dx_0 + X_1\,dx_1 + \ldots + X_n\,dx_n,$$

où $X_0, X_1, \ldots, X_n$ sont des fonctions des $n+1$ variables $x_0, x_1, \ldots, x_n$, admette un facteur d'intégration, sont données par la formule

$$X_0\left(\frac{\partial X_h}{\partial x_k} - \frac{\partial X_k}{\partial x_h}\right) + X_h\left(\frac{\partial X_k}{\partial x_0} - \frac{\partial X_0}{\partial x_k}\right) + X_k\left(\frac{\partial X_0}{\partial x_h} - \frac{\partial X_h}{\partial x_0}\right) = 0,$$

où h et k sont deux quelconques des nombres $1, 2, \ldots, n$; leur nombre est $\frac{n(n-1)}{2}$, et j'ai démontré ([1]) que *ces conditions sont suffisantes* pour que le facteur existe.

» Si nous appliquons ce théorème à l'expression

$$dz - p_1\,dx_1 - p_2\,dx_2 - \ldots - p_n\,dx_n,$$

en posant, pour cela, $X_0 = 1$, $x_0 = z$, $X_k = -p_k$, $X_h = -p_h$, les conditions d'existence du facteur deviennent

$$(5) \qquad \frac{\partial p_k}{\partial x_h} + p_h\frac{\partial p_k}{dz} = \frac{\partial p_h}{\partial x_k} + p_k\frac{\partial p_h}{dz},$$

et elles expriment aussi, comme on le voit immédiatement, que l'expression $p_1\,dx_1 + \ldots + p_n\,dx_n$ est une différentielle exacte quand on suppose que, dans les coefficients $p_1, p_2, \ldots, p_n$, z soit considéré comme une fonction de $x_1, x_2, \ldots, x_n$.

» Par conséquent, d'après ce qu'on a vu, les conditions (5) et (4) sont équivalentes. Donc :

Si l'on tire les valeurs de $p_1, p_2, \ldots, p_n$ en fonction de $z, x_1, \ldots, x_n$ d'un système de n équations distinctes,

$$f_1 = 0, \quad f_2 = 0, \quad \ldots, \quad f_n = 0,$$

les conditions nécessaires et suffisantes pour que l'équation

$$dz - p_1\,dx_1 - p_2\,dx_2 - \ldots - p_n\,dx_n = 0$$

admette un facteur d'intégration sont que les fonctions $f_1, f_2, \ldots, f_n$ satisfassent, prises deux à deux, aux $\frac{n(n-1)}{2}$ conditions

$$(f_k, f_h) = 0.$$

([1]) *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 799; *Annales de l'École Normale*, t. VII, p. 62.

» Quant à ce facteur, si on le représente par $\mu = e^u$, il sera connu en même temps que ce qui est une solution commune des n équations

$$(6)\qquad f_k = q_k + p_k q_0 + \frac{\partial p_k}{\partial z} = 0,$$

dans lesquelles $q_0, q_1, \ldots, q_n$ sont les dérivées partielles de u prises respectivement par rapport aux variables $z, x_1, x_2, \ldots, x_n$. On peut établir d'une façon extrêmement simple l'intégrabilité de ce système d'équations simultanées; car, si l'on calcule en effet l'expression désignée par le symbole (f_h, f_k), on trouve, pour sa valeur,

$$q_0\left(\frac{\partial p_k}{\partial x_h} + p_h\frac{\partial p_k}{\partial z} - \frac{\partial p_h}{\partial x_k} - p_k\frac{\partial p_h}{dz}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{\partial p_k}{\partial x_h} + p_h\frac{\partial p_k}{\partial z} - \frac{\partial p_h}{\partial x_k} - p_k\frac{\partial p_h}{\partial z}\right),$$

résultat qui est identiquement nul, en vertu des relations (5), qui sont supposées satisfaites.

» *Exemple.* — Soit l'équation $f_1 = (p^2 + q^2)y - qz = 0$, dans laquelle p et q sont les dérivées partielles de z par rapport à x et à y. On cherche d'abord une fonction f_2 satisfaisant à l'équation

$$(f_1, f_2) = \frac{\partial f_1}{\partial p}\left(\frac{\partial f_2}{dx} + p\frac{\partial f_2}{\partial z}\right) - \frac{\partial f_2}{\partial p}\left(\frac{\partial f_1}{\partial x} + p\frac{\partial f_1}{\partial z}\right)$$
$$+ \frac{\partial f_1}{\partial q}\left(\frac{\partial f_2}{\partial y} + q\frac{\partial f_2}{\partial z}\right) - \frac{\partial f_2}{\partial q}\left(\frac{\partial f_1}{\partial y} + q\frac{\partial f_1}{\partial z}\right) = 0,$$

et l'on trouve $f_2 = p^2 + q^2 - a^2$, a^2 étant une constante arbitraire. Au moyen des valeurs de p et de q déduites des équations $f_1 = 0$ et $f_2 = 0$, l'équation $dz - pdx - qdy = 0$ devient

$$dz - \frac{a\sqrt{z^2 - a^2y^2}}{z}dx - \frac{a^2y}{z}dy = 0,$$

dont le premier membre n'est pas une différentielle exacte, mais le devient après sa multiplication par le facteur

$$\mu = \frac{z}{\sqrt{z^2 - a^2y^2}};$$

et l'on trouve alors, pour solution *complète* de l'équation proposée, b étant une nouvelle constante arbitraire,

$$z^2 = a^2y^2 + (ax + b)^2 \text{ ».}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles linéaires du second ordre*. Note de M. **Mittag-Leffler**. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« Dans une Lettre à M. Brioschi publiée dans les *Annali*, vous montrez que, si l'équation $y''+py'+qy=0$ possède les deux intégrales u et v, et si $uv=F(x)$, alors l'équation

$$z''-\left[(\omega-1)\frac{F'(x)}{F(x)}-p\right]z'+\left[\tfrac{1}{2}(\omega^2-\omega)\frac{F''(x)}{F(x)}+\tfrac{1}{2}(\omega^2-\omega)p\frac{F'(x)}{F(x)}+\omega^2 q\right]z=0,$$

dans laquelle ω est une constante arbitraire, possède les deux intégrales u^ω et v^ω. Si les deux fonctions p et q sont des fonctions doublement périodiques telles que le quotient $\frac{F'(x)}{F(x)}$ soit aussi une fonction doublement périodique, alors l'équation différentielle en z a des coefficients doublement périodiques et des intégrales qui ne sont pas en général uniformes.

» On peut beaucoup généraliser ces observations. Soient U et V deux intégrales linéairement indépendantes de l'équation différentielle

$$z''+Pz'+Qz=0.$$

Vous avez alors

$$P=-\frac{UV''-VU''}{UV'-VU'}=-\left(\frac{V'}{V}+\frac{U'}{U}\right)-\frac{D\frac{V'}{V}-D\frac{U'}{U}}{\frac{V'}{V}-\frac{U'}{U}},$$

$$Q=\frac{U'V''-V'U''}{UV'-VU'}=\frac{V'}{V}\frac{U'}{U}+\frac{\frac{U'}{U}D\frac{V'}{V}-\frac{V'}{V}D\frac{U'}{U}}{\frac{V'}{V}-\frac{U'}{U}}.$$

Soient, de même, u et v deux intégrales linéairement indépendantes de l'équation

$$y''+py'+qy=0,$$

et supposez

$$\frac{V'}{V}=\varphi\left(x,\frac{v'}{v}\right),\quad \frac{U'}{U}=\varphi\left(x,\frac{u'}{u}\right).$$

Vous obtenez directement

$$P = -\left[\varphi\left(x, \frac{v'}{v}\right) + \varphi\left(x, \frac{u'}{u}\right)\right] - \frac{D_x\varphi\left(x, \frac{v'}{v}\right) - D_x\varphi\left(x, \frac{u'}{u}\right)}{\varphi\left(x, \frac{v'}{v}\right) - \varphi\left(x, \frac{u'}{u}\right)}$$
$$+ q\,\frac{D_{\frac{v'}{v}}\varphi\left(x, \frac{v'}{v}\right) - D_{\frac{u'}{u}}\varphi\left(x, \frac{u'}{u}\right)}{\varphi\left(x, \frac{v'}{v}\right) - \varphi\left(x, \frac{u'}{u}\right)} + p\,\frac{\frac{v'}{v} D_{\frac{v'}{v}}\varphi\left(x, \frac{v'}{v}\right) - \frac{u'}{u} D_{\frac{u'}{u}}\varphi\left(x, \frac{u'}{u}\right)}{\varphi\left(x, \frac{v'}{v}\right) - \varphi\left(x, \frac{u'}{u}\right)}$$
$$+ \frac{\left(\frac{v'}{v}\right)^2 D_{\frac{v'}{v}}\varphi\left(x, \frac{v'}{v}\right) - \left(\frac{u'}{u}\right)^2 D_{\frac{u'}{u}}\varphi\left(x, \frac{u'}{u}\right)}{\varphi\left(x, \frac{v'}{v}\right) - \varphi\left(x, \frac{u'}{u}\right)},$$

$$Q = \varphi\left(x, \frac{v'}{v}\right)\varphi\left(x, \frac{u'}{u}\right) + \frac{\varphi\left(x, \frac{u'}{u}\right) D_x\varphi\left(x, \frac{v'}{v}\right) - \varphi\left(x, \frac{v'}{v}\right) D_x\varphi\left(x, \frac{u'}{u}\right)}{\varphi\left(x, \frac{v'}{v}\right) - \varphi\left(x, \frac{u'}{u}\right)}$$
$$- q\,\frac{\varphi\left(x, \frac{u'}{u}\right) D_{\frac{v'}{v}}\varphi\left(x, \frac{v'}{v}\right) - \varphi\left(x, \frac{v'}{v}\right) D_{\frac{u'}{u}}\varphi\left(x, \frac{u'}{u}\right)}{\varphi\left(x, \frac{v'}{v}\right) - \varphi\left(x, \frac{u'}{u}\right)}$$
$$- p\,\frac{\varphi\left(x, \frac{u'}{u}\right) \frac{v'}{v} D_{\frac{v'}{v}}\varphi\left(x, \frac{v'}{v}\right) - \varphi\left(x, \frac{v'}{v}\right) \frac{u'}{u} D_{\frac{u'}{u}}\varphi\left(x, \frac{u'}{u}\right)}{\varphi\left(x, \frac{v'}{v}\right) - \varphi\left(x, \frac{u'}{u}\right)}$$
$$- \frac{\varphi\left(x, \frac{u'}{u}\right)\left(\frac{v'}{v}\right)^2 D_{\frac{v'}{v}}\varphi\left(x, \frac{v'}{v}\right) - \varphi\left(x, \frac{v'}{v}\right)\left(\frac{u'}{u}\right)^2 D_{\frac{u'}{u}}\varphi\left(x, \frac{u'}{u}\right)}{\varphi\left(x, \frac{v'}{v}\right) - \varphi\left(x, \frac{u'}{u}\right)}.$$

Les expressions de P et de Q sont des fonctions symétriques par rapport à $\frac{v'}{v}$ et $\frac{u'}{u}$. Si vous mettez alors, au lieu de $\varphi(x, \xi)$, une fonction rationnelle de ξ dont les coefficients soient des fonctions uniformes de x, vous obtenez P et Q comme des fonctions rationnelles de $\frac{v'}{v} + \frac{u'}{u}$ et de $\frac{v'}{v}\frac{u'}{u}$, ou de $\frac{F'(x)}{F(x)}$ et de $\frac{1}{2}\frac{F''(x)}{F(x)} + \frac{1}{2}p\frac{F'(x)}{F(x)} + q$, en mettant $uv = F(x)$. Les coefficients, dans ces expressions rationnelles, sont des fonctions uniformes de x.

» Soient maintenant, dans l'expression rationnelle $\varphi(x, \xi)$, les coefficients des diverses puissances de ξ des fonctions doublement périodiques de x. Soient, de même, les fonctions p et q de telles fonctions doublement

périodiques de x que le quotient $\frac{F'(x)}{F(x)}$ soit aussi une fonction doublement périodique. Alors, dans l'équation différentielle $z'' + Pz' + Qz = 0$, les coefficients P et Q sont aussi des fonctions doublement périodiques. Des deux expressions $\frac{V'}{V} = \varphi\left(x, \frac{v'}{v}\right)$, $\frac{U'}{U} = \varphi\left(x, \frac{u'}{u}\right)$ on conclut un système d'intégrales, et ces intégrales ne sont pas en général uniformes. En mettant $\varphi(x, \xi) = \omega\xi$, on retrouve immédiatement votre cas. »

PHYSIQUE. — *Réclamation de priorité, au sujet de la loi des températures d'ébullition correspondantes.* Extrait d'une Lettre de M. U. **Dühring.**

« Berlin, 5 décembre 1880.

» Dans la séance du 23 février dernier, M. Paul de Mondesir a présenté un Mémoire sur la comparaison entre les courbes des tensions des vapeurs saturées (1). Dans ce Mémoire, M. de Mondesir prend les températures auxquelles deux vapeurs saturées ont la même tension, ou, en d'autres termes, les températures d'ébullition de deux liquides à la même pression. Il en déduit la loi suivante, qu'il considère comme nouvelle :

» *Lorsqu'on prend des tensions telles que les températures correspondantes de l'une des vapeurs forment une progression arithmétique, celles de l'autre vapeur forment aussi une progression arithmétique.*

» Je crois devoir faire remarquer que cette loi n'est autre que celle des *températures d'ébullition correspondantes* que j'ai publiée, à peu près deux ans auparavant, dans l'Ouvrage de mon père (2) et que j'ai formulée (p. 73) dans les termes suivants : « A partir des températures d'ébullition de substances quelconques, prises comme points de départ, pour une pression quelconque, commune à toutes, jusqu'aux températures d'ébullition pour une autre pression commune quelconque, les distances des températures sont des multiples constants les unes des autres ». Donc, si l'on prend les températures d'ébullition d'une substance en progression arithmétique, puis les températures correspondantes d'une autre substance, il faut bien que les différences de la dernière progression soient des multiples constants des différences constantes de la première; par suite, qu'elles soient aussi

(1) *Comptes rendus*, t. XC, p. 360 et suiv.

(2) *Lois fondamentales de la Physique et de la Chimie rationnelles.* Leipzig, librairie de Fues; 1878.

constantes, c'est-à-dire que la seconde progression soit également une progression arithmétique.

» Or, c'est précisément ce que M. de Mondesir croit avoir découvert et ce qu'il donne comme déduit directement des courbes de Regnault. Ce qu'il nomme le *paramètre*, savoir le coefficient constant des différences des températures d'ébullition pour deux substances, c'est ce que j'ai introduit (p. 74 de l'Ouvrage cité) sous le nom de *facteur spécifique*, facteur que j'ai calculé pour tous les corps étudiés par Regnault; je me suis également appuyé en général, pour la vérification de la loi, sur les observations étendues de Regnault. J'ai pris d'abord (p. 76 de l'Ouvrage) les températures d'ébullition correspondantes de l'eau et du mercure; j'ai comparé (p. 79 et suiv.), pour la démonstration ultérieure de la loi, les températures d'ébullition calculées d'après la loi et celles qui ont été observées pour plusieurs liquides, tels que l'eau, l'alcool, l'éther, le sulfure de carbone, l'éther iodhydrique.

» Ce n'est pas seulement mon droit de priorité que je désire ici revendiquer : je tiens à signaler aussi cette circonstance significative, que j'ai donné, dans l'Ouvrage mentionné, toute une théorie de la loi, avec des conséquences et des applications pratiques; je suis arrivé enfin à des relations quantitatives remarquables, entre la loi et la composition chimique des molécules.

» Les observations de Regnault ont été à la disposition de tout le monde, pendant quelques dizaines d'années, sans que personne avant moi ait trouvé une loi, soit exacte, soit approchée. Il y a soixante-dix ans environ, Dalton considérait comme égales les différences des températures d'ébullition pour tous les corps, ce qui ne se trouve juste qu'accidentellement, pour un petit nombre de corps, et constitue donc un cas spécial de ma loi générale. Depuis Dalton, rien ne s'est fait, quoiqu'on eût comme éléments les matériaux accumulés par Regnault de 1847 à 1862.

» Maintenant que j'ai publié la loi, en mai 1878, dans un Ouvrage que le commerce a répandu en Allemagne et à l'étranger; que, en outre, la loi a été formulée dans plusieurs Notes adressées aux Académies et aux savants de l'Europe, j'ai lieu de m'étonner qu'elle puisse encore être présentée, par d'autres savants, comme leur appartenant en propre. »

PHYSIQUE. — *Sur la radiophonie* ([1]). Deuxième Note de M. E. MERCADIER.

« Je suis parvenu, par une méthode simple, à démontrer que les effets radiophoniques peuvent être produits par des sources dont l'éclat *lumineux* intrinsèque est beaucoup plus faible que celui d'une lampe à gaz, ordinaire, et même par des radiations *invisibles* uniquement *calorifiques*.

» A cet effet, j'ai reconnu d'abord qu'on pouvait entendre les sons radiophoniques provenant des lampes oxyhydriques et des lampes à gaz sans avoir besoin de lentilles de concentration; il suffit de les approcher le plus près possible de la roue interruptrice en verre, en limitant le faisceau émis à l'aide d'un diaphragme d'ouverture convenable placé très près de la roue.

» J'ai pris alors un disque de cuivre de $0^m,002$ d'épaisseur et d'environ $0^m,040$ de diamètre, fixé à quelques centimètres de distance du diaphragme, et je l'ai chauffé sur la face opposée à la roue à l'aide d'un chalumeau oxyhydrique, en ménageant graduellement l'accès de l'oxygène. On obtient ainsi une source de radiations d'abord invisibles, mais dont la température peut être peu à peu portée au rouge sombre et au rouge clair. Or, dans ce dernier état, on entend très nettement les sons produits par cette source si peu lumineuse, et, si l'on éteint le chalumeau, on entend des sons d'intensité décroissante, il est vrai, mais on les entend encore quand le disque est invisible dans l'obscurité. Ce dernier effet peut être produit d'une manière continue, en modérant assez la flamme du chalumeau pour que le disque conserve une température un peu inférieure à celle du rouge naissant. On peut faire sans difficulté cette observation avec des récepteurs en verre ou en mica, minces et enfumés, et l'on a ainsi un véritable *thermophone*. »

OPTIQUE. — *Sur des méthodes nouvelles et économiques de produire des signaux lumineux intermittents.* Note de M. E. MERCADIER.

« La question des signaux lumineux intermittents présente beaucoup d'importance dans plusieurs cas, par exemple, celui de la télégraphie optique; celui des signaux à faire dans la marine pour des manœuvres ou pour éviter des collisions; celui des phares à éclipses faites suivant des

---

([1]) *Comptes rendus*, t. XCI, p. 931.

procédés analogues à ceux de la télégraphie électrique Morse, ainsi que l'a proposé et fait réaliser M. W. Thomson.

» Actuellement, quand on emploie une source lumineuse pour faire les signaux, on produit les intermittences à l'aide d'un diaphragme mobile devant la lumière émise *d'une manière continue*. La source est ainsi inutilisée pendant les éclipses. Il est facile de calculer qu'en télégraphie optique ordinaire cette perte de lumière est d'environ 65 pour 100; et si l'on adoptait pour les phares un système consistant à envoyer deux fois par minute un signal représentant, en alphabet Morse, la première ou les deux premières lettres du nom du phare (ce qui suffirait évidemment pour le caractériser nettement), on inutiliserait ainsi environ 90 pour 100 de la lumière continue.

» On peut éviter ces pertes considérables de lumière par des moyens consistant à n'utiliser la source lumineuse que lorsqu'on en a besoin, à la produire quand on a à émettre un faisceau lumineux, et à l'éteindre quand il doit y avoir éclipse, sinon complètement, du moins assez pour que le contraste entre les rayons émis et éclipsés soit frappant. En d'autres termes, il faut tâcher de réaliser pour la lumière ce qui se fait avec tant de facilité pour l'électricité en télégraphie, où l'on ne fait passer le courant que lorsqu'on veut produire *effectivement* des signaux, tandis qu'on le rompt dans les intervalles entre les signaux consécutifs.

» On voit immédiatement que, pour satisfaire à cette condition, il faut que la source lumineuse employée puisse être rapidement produite avec son éclat maximum, et aussi rapidement éteinte; ou bien qu'on puisse au moins faire varier rapidement son intensité d'une quantité considérable, ce qui pratiquement reviendrait à peu près au même fonctionnement, à l'aide de moyens mécaniques divers; et même les solutions du problème peuvent être rangées sous deux catégories générales :

» 1° Celles dans lesquelles on agit pour produire l'intermittence, sur l'agent même de la combustion d'où résulte la source lumineuse;

» 2° Celles où l'on agit sur l'agent combustible.

» J'en indiquerai aujourd'hui une seule de la première catégorie, relative à une source lumineuse intense et déjà connue, qu'on obtient par la combustion du pétrole à l'aide de l'oxygène.

» On opère cette combustion facilement dans une lampe extrêmement simple, que M. Duboscq a construite il y a déjà longtemps. C'est une lampe à mèche ronde; au centre et dans l'axe vertical s'élève un tube dont la partie supérieure, d'un très petit diamètre, vient déboucher un peu au-

dessous du plan horizontal contenant l'extrémité de la mèche, qui ne dépasse guère elle-même le cylindre qui la contient.

» Le tube central aboutit à un réservoir d'oxygène. En allumant la lampe et en faisant arriver ainsi au centre de la flamme un jet d'oxygène convenablement réglé, on produit une flamme qui a la forme d'une sorte d'ovoïde allongé d'assez petites dimensions, qui est très blanche, et dont l'intensité se rapproche de la lumière oxyhydrique.

» Cette lampe présente cette propriété remarquable que, malgré la température élevée de la combustion, elle s'échauffe peu, consomme très peu de pétrole, et ne charbonne presque pas, si bien qu'elle fonctionne pendant plusieurs journées sans qu'on ait besoin de toucher à la mèche et de renouveler le liquide.

» Cela tient à ce que la mèche ne dépasse pas le cylindre qui la contient; que la flamme intense est produite par la combustion de la vapeur du pétrole et au centre du bec, de telle sorte qu'elle est séparée de lui par une couche gazeuse mauvaise conductrice. Il en résulte que, même après plusieurs heures de fonctionnement continu, il n'y a de chaud dans la lampe que la partie supérieure du bec.

» De plus, la lampe présente, au point de vue spécial qui nous occupe, une propriété particulièrement favorable. Lorsqu'on l'allume sans oxygène, elle donne une flamme fuligineuse qui n'éclaire pas; mais, quand on fait arriver le gaz, elle prend une intensité rapidement croissante et elle atteint son maximum dans un temps très court : si bien que, si l'on met la flamme intense au foyer d'une lentille, de façon à produire un faisceau lumineux parallèle sur un écran éloigné, ce faisceau est très éclairant, tandis qu'il est à peu près obscur avec la flamme non alimentée de gaz.

» Il en résulte la possibilité de faire varier rapidement son intensité d'une quantité considérable et, par suite, de l'utiliser économiquement pour faire des signaux lumineux intermittents.

» Il suffit en effet, pour arriver à ce résultat, de faire dégager l'oxygène brusquement au centre de la flamme et de le supprimer brusquement. On peut y arriver de plusieurs manières. Celle à laquelle je me suis arrêté est la suivante. L'oxygène enfermé dans un réservoir sous une pression convenable, qui dans mes appareils ne dépasse pas 4^{mm} de mercure, arrive d'abord à un manipulateur dont la forme est celle d'une clef d'appareil Morse, à travers un tube en caoutchouc qui, à l'état de repos de la clef, est pressé dans une sorte de guillotine; puis le tube se continue jusqu'à la lampe. Lorsqu'on abaisse la clef, la pression sur le tube cesse, et l'oxygène

se rend dans la flamme; quand la clef se relève, le jet d'oxygène cesse; de telle sorte qu'on *manipule*, en quelque sorte, l'oxygène, à l'aide d'une manœuvre aussi simple que celle qui constitue la manipulation d'un courant électrique dans le système de Morse.

» La rapidité de cette manipulation est plus que suffisante pour les besoins de la télégraphie optique, eu égard à la persistance des impressions lumineuses sur la rétine, qui exige une certaine lenteur dans la production des signaux afin d'éviter leur confusion.

» Ce système a été adapté à des appareils de télégraphie optique, et il a donné de bons résultats.

» J'indiquerai dans une autre Communication comment on peut résoudre le même problème avec la lumière électrique. »

PHYSIQUE. — *Sur le spectre d'absorption de l'ozone.* Note de M. **J. Chappuis**.

« Dans une Note en date du 20 septembre 1880, nous annoncions, M. P. Hautefeuille et moi, que l'ozone possède, lorsqu'on l'examine sous une épaisseur suffisante, une très remarquable coloration bleu de ciel. Cette propriété nous permettait de penser que ce corps devait donner lieu à un spectre d'absorption et que l'on pourrait, en en dressant une carte, concourir utilement à l'étude du pouvoir d'absorption élective de notre atmosphère, problème formulé par M. Janssen, dans une Note à l'Académie des Sciences ([1]) dans laquelle il s'exprime ainsi :

« Je suis loin d'attribuer à la vapeur d'eau l'universalité des raies telluriques du spectre solaire : j'ai toujours pensé au contraire que tous les gaz de notre atmosphère doivent avoir leur part dans ce phénomène, part qui, pour certains d'entre eux, sera peut-être fort difficile à faire, mais qui doit exister en principe. »

» M. Hautefeuille a bien voulu me laisser le soin de ces recherches, et ce sont quelques-uns des résultats qu'elles m'ont déjà donnés que je vais résumer rapidement.

» Le spectre d'absorption de l'oxygène ozonisé par l'effluve électrique observé à l'aide d'un spectroscope à un ou deux prismes présente onze bandes obscures bien nettes dans la partie ordinairement visible du spectre.

» J'ai dressé une carte de ces bandes et je l'ai comparée aux cartes des bandes telluriques.

([1]) *Comptes rendus*, t. LXIII, p. 728.

» J'ai constaté la correspondance d'une bande dans l'orangé avec la raie α signalée par Angström et dont il faut, d'après lui, attribuer l'origine à d'autres substances que la vapeur d'eau.

» Sur la carte des raies atmosphériques d'Angström est figurée, entre la raie D et la raie α, une bande qui s'étend de 606 à 613 et dont une partie coïncide avec la bande la plus large due à l'ozone.

» Enfin, Angström signale dans le jaune, vers la raie D, une bande d'absorption, toujours visible dans le spectre du ciel pur, qui s'étend de 5681 à 5812 à peu près et qu'il désigne, d'après Brewster, par la lettre δ; or, dans cette même région, se trouve une bande due à l'ozone et qui possède une partie commune avec cette bande δ.

» Je poursuis en ce moment ce travail, et je n'ai voulu aujourd'hui que prendre date, pour me permettre de faire avec tout le soin désirable la comparaison directe du spectre solaire avec le spectre d'absorption de l'ozone.

» La stabilité relative de l'ozone à basse pression et à basse température, la production presque incessante de ce corps par les décharges électriques, en font un élément important des hautes régions atmosphériques; sa couleur bleue joue donc certainement un rôle dans la coloration du ciel.

» La comparaison des spectres permettra d'apprécier la proportion d'ozone contenue dans les couches d'air traversées par les rayons lumineux, et par suite de reconnaître si ce gaz suffit à lui seul pour expliquer le bleu du ciel, ou s'il n'a qu'une part dans la production de ce phénomène. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Action de l'acide chlorhydrique sur les chlorures métalliques.* Note de M. **A. Ditte.**

« Quand on examine la manière dont les chlorures métalliques se comportent au contact de l'acide chlorhydrique dissous, on constate que tous viennent se ranger dans deux catégories très nettes : les uns se dissolvent d'autant mieux que la liqueur acide est plus concentrée; la solubilité des autres diminue au contraire dans les mêmes circonstances.

» Premier cas : 1° *Chlorure de mercure* HgCl. — Lorsque, à une température donnée, on sature de ce sel des solutions aqueuses d'acide chlorhydrique, il se dissout en bien plus grande quantité que dans l'eau pure, et le poids de chlorure augmente très rapidement avec celui d'acide que renferme la liqueur. Si l'on cherche à construire la courbe de solubilité,

à 16° par exemple, en prenant le poids d'acide dissous dans 100^{gr} d'eau comme abscisses, et pour ordonnées ceux de chlorure tenu en solution par 100^{gr} de liqueur acide, on voit que cette courbe, très régulière, se rapproche sensiblement de la droite $y = 6,826x + 11,604$, tant que le liquide ne renferme pas plus de 23 d'acide pour 100 d'eau environ. A partir de là, les poids de chlorure dissous augmentent encore, à mesure que la concentration de l'acide employé devient plus grande, mais ils croissent moins vite que les ordonnées de la droite.

» Or, si, après avoir saturé à froid de bichlorure de mercure une liqueur renfermant moins de 23 d'acide pour 100 d'eau, on la chauffe légèrement, elle dissout une plus forte proportion de chlorure qui, par le refroidissement, se dépose en cristaux très nets, octaèdres modifiés ou aiguilles, selon le degré de concentration du liquide employé. Si, au contraire, on fait passer dans la liqueur un courant d'acide chlorhydrique, de manière à l'en saturer en présence de bichlorure de mercure en excès, celle-ci s'échauffe un peu, et la dissolution refroidie laisse déposer au bout de quelques heures de beaux cristaux prismatiques, transparents et incolores, qui peuvent atteindre jusqu'à $0^{m},03$ de longueur. Ces cristaux, extraits de la liqueur mère, s'altèrent rapidement, ils perdent de l'acide chlorhydrique et deviennent blancs et opaques; soumis à l'action de la chaleur ils fondent, laissent très rapidement dégager de l'acide chlorhydrique et donnent un résidu de bichlorure pur; on peut les sécher sur de la porcelaine dans une atmosphère chargée d'acide chlorhydrique, et leur analyse conduit à leur assigner la formule $HgCl, HCl$, analogue à celle du composé que forme l'iodure de mercure avec l'hydracide correspondant.

» On peut obtenir ce composé en versant tout simplement une dissolution concentrée d'acide chlorhydrique sur du chlorure de mercure pulvérisé. Celui-ci se prend immédiatement en une masse compacte, et la température s'élève de 12° à 15°; la dissolution saturée d'acide chlorhydrique et abandonnée à un refroidissement lent donne de belles aiguilles de la combinaison $HgCl HCl$.

» L'existence de ce sel acide une fois établie, on se rend facilement compte de ce qui se passe lorsqu'on met un excès de chlorure en contact avec une solution chlorhydrique : le sel se dissout simplement tant que la quantité d'acide renfermée dans la liqueur est inférieure à celle qui correspond à la dissociation du chlorhydrate de chlorure dans les conditions de l'expérience, car celui-ci ne peut se former; les nombres obtenus représentent alors la solubilité du sel dans des liqueurs plus ou moins chargées

d'acide à la même température. Quand la concentration du liquide devient telle que le composé HgClHCl puisse se produire, une partie de l'acide dissous se combine au chlorure de mercure, de telle façon que la quantité d'acide libre reste constante, et, à partir de ce moment, tout l'acide chlorhydrique que l'on ajoute se combine à du chlorure pour former le chlorhydrate HgClHCl, qui se dissout, jusqu'à ce que la liqueur en soit saturée. Or la courbe de solubilité montre que le poids de chlorure qui se dissout quand on augmente de *n* grammes la quantité d'acide que la liqueur renferme est supérieur à celui qui se combine avec ces *n* grammes d'acide pour donner les cristaux; on comprend donc que, à partir du moment où le sel acide peut prendre naissance, l'accroissement des ordonnées pour une même augmentation d'abscisse doit être plus faible qu'auparavant.

» La même chose a lieu à toute température, et, comme la quantité d'acide libre nécessaire pour empêcher la décomposition du sel acide est d'autant plus petite que la liqueur est plus froide, on observera la diminution de l'accroissement des ordonnées dans une dissolution acide d'autant plus étendue que sa température sera moins élevée.

» A côté du chlorure de mercure viennent se placer d'autres chlorures, comme lui très solubles dans l'acide chlorhydrique concentré et susceptibles de former avec cet acide des composés cristallisés décomposables par l'eau : tels sont les chlorures d'or, de platine, de bismuth, d'antimoine, qui donnent les combinaisons Au^2Cl^3, HCl; $PtCl^2, HCl$; $Bi^2Cl^3, 3HCl$; $Sb^2Cl^3, 3HCl$.

» 2° *Chlorure d'argent.* — Ce chlorure, insoluble dans l'eau, se dissout au contraire dans les liqueurs chargées d'acide chlorhydrique et en quantité qui croît très régulièrement avec la concentration de la liqueur; la solubilité, dans une liqueur donnée, augmente du reste avec la température, et par refroidissement on obtient des cristaux du chlorure considéré; les dissolutions acides précipitent, quand on les étend d'eau. A côté du chlorure d'argent viennent se placer le sous-chlorure de cuivre Cu^2Cl et le calomel; ce dernier se dissout à peine, même dans l'acide chlorhydrique très concentré.

» On voit donc, en résumé, que les chlorures dont l'acide chlorhydrique augmente la solubilité se divisent en deux groupes : les uns, excessivement solubles dans l'acide concentré, forment avec cet acide des combinaisons cristallisées; les autres, toujours très peu solubles, même à chaud, ne donnent, par refroidissement, que le chlorure anhydre considéré. L'étude des chlorures que l'acide chlorhydrique précipite de leurs dissolutions

aqueuses nous conduira à des remarques du même genre; elles feront l'objet d'une prochaine Communication. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'acide fluorhydrique sur le bichromate d'ammoniaque*. Note de M. L. VARENNE, présentée par M. Peligot.

« On sait qu'en traitant par l'acide chlorhydrique le bichromate d'ammoniaque, on obtient un composé analogue à celui que découvrit M. Peligot en faisant agir ce même acide sur le bichromate de potasse. J'ai préparé le composé correspondant dans la série du fluor.

» Quand on verse sur du bichromate d'ammoniaque, finement pulvérisé ou en solution chaude et concentrée, de l'acide fluorhydrique en excès, on voit la liqueur se foncer rapidement, tout en restant parfaitement limpide. On évapore ensuite très doucement, pour chasser aussi complètement que possible l'excès d'acide, et la liqueur, abandonnée au refroidissement, laisse déposer au bout de quelques instants une infinité de petits cristaux brillants, enchevêtrés, d'une belle couleur rouge, plus claire que celle du bichromate de potasse. Ces cristaux égouttés sont repris par la quantité d'eau chaude exactement nécessaire pour les dissoudre : cette solution fournit par le refroidissement des cristaux très nets de la substance. L'analyse leur assigne une composition répondant à la formule

$$AzH^4Fl, 2CrO^3 \quad \text{ou} \quad AzH^4O, CrO^3, CrO^2Fl.$$

» Ces cristaux doivent être soumis, en même temps qu'une série d'autres substances analogues que j'étudie en ce moment, à des déterminations cristallographiques dont les résultats seront réunis dans une prochaine Communication.

» Ils peuvent rester assez longtemps exposés à l'air sans subir d'altération; cependant peu à peu leur aspect se modifie, ils brunissent légèrement; ils attaquent le verre et doivent être conservés dans des récipients en platine ou en verre soigneusement paraffinés.

» Soumis dans un tube à l'action de la chaleur, ils se décomposent avec énergie, en laissant pour résidu une poudre vert sale, en même temps qu'il se dégage un gaz attaquant le verre. L'acide sulfurique les décompose immédiatement; il se dégage de l'acide fluorhydrique, et l'acide chromique devient libre.

» Il s'est présenté dans la préparation de ce sel une circonstance parti-

culière. Pendant l'ébullition du mélange d'acide fluorhydrique et de bichromate, il s'est produit subitement un dégagement de gaz en bulles extrêmement ténues, et les bords du vase en platine dans lequel se faisait l'opération ont été nettement attaqués, ainsi que la spatule de même métal qui servait à l'agitation. On percevait en même temps une odeur particulière, ne ressemblant pas à celle du chlore, et qui paraît caractéristique. Du fluor aurait-il été mis en liberté dans ces conditions, de même que dans l'action de l'acide chlorhydrique sur les mêmes chromates il se dégage parfois du chlore? C'est ce que pourront peut-être décider des expériences que j'effectue actuellement, en même temps que je poursuis l'étude des réactions fournies par les hydracides sur les chromates. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés chlorés de la strychnine.* Note de MM. **Ch. Richet** et **G. Bouchardat**, présentée par M. Berthelot.

« On connaît la strychnine monochlorée, préparée par Laurent en 1848, et un dérivé plus chloré signalé par Pelletier; mais les propriétés de ces dérivés n'ont pas été étudiées depuis.

» Nous avons fait passer dans une solution concentrée et tiède de chlorhydrate de strychnine une quantité pesée de chlore, soit 2Cl pour 1^{mol} de strychnine : la solution prend une couleur rouge intense. En ajoutant de l'ammoniaque on précipite un mélange de strychnine, de strychnine monochlorée et de produits plus chlorés. Le précipité est repris par de l'alcool concentré, qui laisse indissoute presque toute la strychnine, surtout en laissant en contact quelques jours. On sature alors exactement la solution privée de strychnine par l'acide chlorhydrique, qui ne se combine qu'avec la strychnine monochlorée; on évapore et on reprend par l'eau, qui ne dissout pas les corps plus chlorés. Le chlorhydrate de strychnine monochlorée est très soluble dans l'eau chaude; sa solution, surtout quand elle renferme des traces de corps plus chlorés, dépose d'abord par évaporation spontanée des cristaux, puis il se sépare une masse huileuse qui n'est que du chlorhydrate en surfusion et qui se redissout en entier dans l'eau. Pour avoir la base pure il est nécessaire de transformer le chlorhydrate en sulfate, l'acide sulfurique ne dissolvant pas de strychnine perchlorée et le sulfate peu soluble cristallisant facilement.

» La strychnine monochlorée est très soluble dans le chloroforme, l'éther et l'alcool concentré; pour l'avoir cristallisée, il est nécessaire

d'employer de l'alcool à 50° environ. Sa composition répond à la formule $C^{42}H^{21}ClAz^{2}O^{4}$. Elle se combine aux acides, mais ses propriétés basiques sont peu marquées : ainsi le chlorhydrate neutre, repris par l'eau, ne se dissout pas en entier, à moins qu'on n'ajoute un léger excès d'acide. Le chlorhydrate se combine au chlorure de platine en donnant un précipité insoluble, presque blanc, que nous avons analysé.

» La strychnine monochlorée, dissoute dans l'alcool, dévie fortement à gauche le plan de polarisation $[\alpha]_D = -104°,6$; en dissolution dans l'eau acidulée, son pouvoir rotatoire diminue, tout en conservant le même signe; dans l'acide sulfurique dilué, son pouvoir rotatoire n'est plus que

$$[\alpha]_D = -38°,75.$$

» Ces variations dans le pouvoir rotatoire sont de même nature que celles observées jadis par A. Bouchardat sur la strychnine. Les réactions suivantes la distinguent nettement. Traitée par l'acide sulfurique et le bichromate de potasse, elle produit une magnifique coloration rouge pourpre, différente de la coloration gris violacé que donne la strychnine. L'acide sulfurique mêlé à l'acide nitrique la colore en cerise intense, tandis que la strychnine ne donne rien.

» Soumise pendant une heure à l'action de potasse alcoolique bouillante, elle se transforme en un sel potassique cristallisant facilement et décomposable par l'acide carbonique. Il n'y a pas dans cette action formation de chlorure de potassium; la strychnine monochlorée fixe seulement 3^{mol} d'eau pour donner un dérivé chloré analogue à la trihydrostrychnine, préparée par MM. Étard et Gal en faisant agir à haute température la baryte hydratée sur la strychnine. Nous avons pu, d'ailleurs, reproduire facilement la trihydrostrychnine en faisant agir pendant deux heures la potasse alcoolique bouillante sur la strychnine. La trihydrostrychnine chlorée, traitée par l'acide nitrosulfurique, se colore en violet, tandis que la trihydrostrychnine se colore en rouge garance et la dihydrostrychnine en rouge pourpre au début. Ces différents composés, tout en formant de véritables combinaisons cristallisables avec les alcalis, possèdent toutes les propriétés des alcaloïdes, se rapprochant en cela de certains amides.

» La monochlorostrychnine est un poison presque aussi toxique que la strychnine et lui ressemble beaucoup. A la dose de $0^{gr},0015$, elle a provoqué des convulsions violentes et mortelles chez un chien de 9^{kg}. Les phénomènes indiqués par l'un de nous sur les effets de la strychnine à haute

dose sont au moins aussi marqués avec la monochlorostrychnine. Avec la respiration artificielle nous avons pu faire vivre vingt heures un chien qui avait absorbé 0gr, 5 du chlorhydrate.

» En faisant passer à refus du chlore dans du chlorhydrate de strychnine refroidi, la liqueur se décolore et il se forme un dépôt blanc signalé par Pelletier, que nous avons reconnu être un mélange de strychnine di et trichlorée ne formant plus de sels définis avec les acides. Pour avoir la strychnine trichlorée, on lave le précipité avec de l'eau acide, qui enlève toute la strychnine bichlorée. Le résidu, lavé à l'eau tiède, est dissous dans l'alcool, d'où la strychnine trichlorée se sépare à la longue et difficilement, sous forme de cristaux microscopiques se colorant à l'air et possédant la composition $C^{42}H^{19}Cl^{3}Az^{2}O^{4}$.

» La strychnine trichlorée est insoluble à l'eau, soluble dans l'éther et le chloroforme, peu soluble dans l'alcool froid, ne se combine pas aux acides, quoique se dissolvant très peu dans l'eau acidulée. Elle ne donne pas de coloration spéciale par l'acide sulfurique et le bichromate de potasse, se colore en pourpre par l'acide nitrosulfurique. Par l'action de la potasse alcoolique bouillante, elle fournit aussi un corps se combinant aux alcalis forts en donnant des sels décomposés par l'acide carbonique, sans qu'il y ait formation de chlorure alcalin : c'est l'hydrostrychnine trichlorée, insoluble dans l'eau pure, soluble dans les acides et les alcalis, même l'ammoniaque, et possédant les réactions générales des alcaloïdes.

» Ces deux corps, la strychnine perchlorée et l'hydrostrychnine perchlorée, n'ont presque aucune action physiologique à la dose de 0gr, 5 à 1gr : c'est là une différence essentielle avec la strychnine monochlorée.

» Les eaux de lavage acides de la strychnine perchlorée, traitées par un excès d'eau qui précipite encore un peu de ce corps, ont été ensuite saturées par l'ammoniaque, et nous avons ainsi recueilli un composé qui, convenablement purifié par des traitements semblables, possède la composition $C^{42}H^{2}Cl^{20}Az^{2}O^{4}$. Ce corps, quoique soluble assez facilement dans les eaux acidulées, ne forme pas de sels définis en présence de l'eau. Il cristallise en fines aiguilles dans l'alcool. Ses propriétés chimiques et physiologiques se confondent presque avec celles de la strychnine trichlorée, dont il se rapproche bien plus que de la monochlorostrychnine. Traité par la potasse alcoolique, il donne de même une hydrochlorostrychnine.

» Nous avons ainsi pu isoler à l'état de pureté trois composés chlorés distincts qui conservent à différents degrés les propriétés chimiques de la strychnine, en particulier celle de fixer les éléments de l'eau sous l'action

des alcalis, en donnant de nouveaux corps se rapprochant par leurs propriétés de la classe des amides, tout en conservant les propriétés générales des alcaloïdes qui leur donnent naissance. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la cause de l'altération spontanée des sucres bruts de canne.* Note de M. U. **Gayon**, présentée par M. Pasteur.

« On observe, en général, dans les sucres bruts de canne abandonnés à eux-mêmes, la transformation d'une partie de leur sucre cristallisable en sucre réducteur. J'ai fait voir (*Comptes rendus,* séance du 26 mars 1877) que cette altération, favorisée par la chaleur et par l'humidité, paraît due à une fermentation.

» Depuis lors j'ai publié diverses observations (*Comptes rendus,* séance du 9 septembre 1878; *Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux,* 2e série, t. II, p. 26 et 30, et t. III, p. 25) qui établissent que le sucre réducteur dont il s'agit, inactif sur la lumière polarisée, est décomposable en glucose proprement dit et en lévulose. J'ai prouvé, en outre, que la formation du sucre interverti est toujours précédée de celle de glucose inactif. M. Horsin Déan a confirmé et justifié ce dernier résultat.

» De nouvelles recherches me semblent démontrer que l'altération spontanée des sucres bruts de canne est bien une véritable fermentation. En voici les principales preuves :

» 1° Tous les sucres de canne que j'ai examinés au microscope ont présenté des organismes de la nature des levûres alcooliques, des torulas ou des moisissures; les sucres colorés et riches en eau, glucose et matières azotées en renferment plus que les sucres blancs et secs.

» 2° La chaleur et l'humidité augmentent le nombre et la jeunesse des cellules végétales, en même temps qu'elles favorisent la production du sucre réducteur.

» 3° Les sucres très riches en glucose contiennent du ferment inversif, précipitable par l'alcool et jouissant des mêmes propriétés que le ferment inversif de la levûre de bière.

» 4° Les agents antifermentescibles, neutres, empêchent la transformation du sucre et le développement des organismes microscopiques.

» Ce dernier fait étant une confirmation précieuse des premiers, je rapporterai une de mes expériences.

» Le 11 décembre 1879, je mets à la température constante de 40° des flacons scellés contenant :

N° 1. 100^gr^ sucre brut de canne à 2,89 pour 100 de glucose + 5^cc^ eau distillée.

N° 2. 100^gr^ sucre brut de canne à 2,89 pour 100 de glucose + 5^cc^ solution concentrée de salicylate de soude.

N° 3. 100^gr^ sucre brut de canne à 2,89 pour 100 de glucose + 5^cc^ solution concentrée d'acétate de soude.

N° 4. 100^gr^ sucre brut de canne à 2,89 pour 100 de glucose + 5^cc^ solution concentrée d'acétate de potasse.

N° 5. 100^gr^ sucre brut de canne à 2,89 pour 100 de glucose + 5^cc^ solution concentrée de chloral hydraté.

N° 6. 100^gr^ sucre brut de canne à 2,89 pour 100 de glucose + 5^cc^ solution concentrée de borax.

N° 7. 100^gr^ sucre brut de canne à 2,89 pour 100 de glucose + 5^cc^ solution concentrée de bisulfite de chaux.

N° 8. 100^gr^ sucre brut de canne à 2,89 pour 100 de glucose + 5^cc^ solution concentrée d'acide sulfureux.

» Ces divers agents sont connus pour leurs propriétés antiseptiques ou antifermentescibles.

» Les 17 et 18 janvier 1880, c'est-à-dire après plus d'un mois de séjour à l'étuve, les sucres sont analysés, et j'obtiens :

	N° 1.	N° 2.	N° 3.	N° 4.	N° 5.	N° 6.	N° 7.	N° 8.
Sucre cristallisable..	85,14	90,24	89,14	89,04	89,14	87,66	81,77	76,51
Glucose...........	6,98	3,09	3,49	3,59	4,25	6,55	10,53	16,06

» L'acide sulfureux et le bisulfite de chaux ont produit une quantité notable de glucose, soit par leur acidité propre, soit par la formation d'un peu d'acide sulfurique.

» Le borax n'a pas manifesté son action antifermentescible, mais il a donné un résultat curieux à un autre point de vue : il a diminué l'action du sucre sur la lumière polarisée, tandis qu'il excite d'ordinaire celle de la mannite.

» Les acétates de soude et de potasse, le chloral hydraté, qui n'agissent que sur les ferments organisés, ont empêché le développement de ces derniers, sans arrêter l'action du ferment soluble préexistant.

» Le salicylate de soude, qui, au contraire, paralyse à la fois la vie des ferments organisés et l'action des ferments solubles, a maintenu le sucre dans son état primitif.

» Cet ensemble de faits prouve donc que les organismes contenus dans le sucre brut de canne, en se multipliant, produisent du ferment inversif. Ce

dernier transforme alors le sucre cristallisable en sucre réducteur. Jusqu'à 10 ou 12 pour 100, le sucre réducteur est inactif; mais au delà de 12 pour 100, ce qui arrive rarement, il a un pouvoir rotatoire gauche, dont l'intensité augmente avec le degré d'altération du sucre brut.

» On remarquera que ces résultats peuvent conduire à des conséquences pratiques de la plus grande importance, soit dans la fabrication, soit dans le transport ou la conservation des sucres bruts de canne. On emploie, il est vrai, l'acide sulfureux ou le bisulfite de chaux pour empêcher l'altération du jus de la canne à sucre; mais il semble que ces agents seraient plus avantageusement remplacés par le salicylate de soude ou les acétates de potasse ou de soude. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les variations de la sensibilité lumineuse, suivant l'étendue des parties rétiniennes excitées.* Note de M. **Aug. Charpentier**, présentée par M. Vulpian.

« Dans les expériences que j'ai eu l'honneur de présenter à diverses reprises à l'Académie des Sciences touchant la sensibilité lumineuse élémentaire de l'appareil visuel [1], je ne m'étais pas préoccupé de faire varier la surface plus ou moins éclairée que je présentais à l'œil. J'employais toujours la même surface placée à la même distance de l'œil : j'opérais donc sur une image rétinienne d'étendue constante. Cette image rétinienne formait un carré de dix-neuf centièmes de millimètre de côté environ. J'ai pensé qu'il y aurait un certain intérêt à faire varier l'étendue de cette image et à étudier, s'il y avait lieu, les changements survenus sous cette influence dans la sensibilité de l'appareil visuel. Suivant ma méthode habituelle, j'ai donc déterminé, pour des surfaces d'étendue variable, quel était le minimum d'éclairement, c'est-à-dire la plus petite lumière par unité de surface nécessaire pour *provoquer* une sensation lumineuse. J'ai découpé plusieurs diaphragmes susceptibles d'être placés sur l'écran antérieur de mon appareil graduateur et de dessiner des surfaces éclairées de forme carrée et de côtés très variables, depuis $0^{mm},7$ jusqu'à 12^{mm}; cela correspondait, dans les conditions de l'expérience, à des images rétiniennes ayant depuis $0^{mm},061$ jusqu'à $1^{mm},056$ de diamètre. Or, tant que le diamètre de l'objet a été supérieur à 2^{mm} (image rétinienne de $0^{mm},176$), il a fallu, pour pro-

[1] Voir notamment les *Comptes rendus* du 18 février 1878 et du 27 janvier 1879.

voquer une sensation lumineuse, le même éclairement dans tous les cas, c'est-à-dire pour sept surfaces différentes considérées; mais, au-dessous de cette étendue, j'ai constamment trouvé, pour six surfaces différentes, que l'éclairement nécessaire devait être *d'autant plus fort que la surface lumineuse était moindre*, tellement que le produit de l'un par l'autre était à très peu près constant.

» Ce fait remarquable m'avait conduit à penser qu'il devait y avoir là un territoire particulier dans la rétine, territoire auquel il faudrait, pour être mis en excitation, *une quantité de lumière déterminée et indépendante de l'etendue suivant laquelle elle se disséminerait;* en d'autres termes, voici une étendue de dix-sept à dix-huit centièmes de millimètre dont les éléments constituants seraient solidaires les uns des autres et où il se ferait de l'un à l'autre de ces éléments une communication, une dissémination du mouvement lumineux excitateur, c'est-à-dire quelque chose de comparable à l'*induction lumineuse* étudiée par M. Plateau.

» Chose curieuse, ce territoire correspondrait exactement, et par sa position et par ses dimensions, à la *fovea centralis*, cette petite partie de la tache jaune que l'on appelle assez improprement *point* de fixation; ce prétendu point a, en effet, un diamètre de dix-huit à vingt centièmes de millimètre environ : c'est le lieu où s'opère la vision directe.

» Mais ce territoire est-il unique dans la rétine, ou bien, au contraire, peut-on constater les mêmes faits sur tous les points de cette membrane ? J'ai répété ces expériences dans plusieurs directions de la vision indirecte, et j'ai retrouvé, là encore, ces deux phénomènes si distincts : 1° éclairement minimum indépendant de la surface, ou sensibilité élémentaire constante, pour toutes les images rétiniennes au-dessus de dix-sept à dix-huit centièmes de millimètre de diamètre; 2° éclairement minimum *proportionnel à la surface*, ou sensibilité élémentaire inverse du nombre d'éléments excités, pour toutes les images rétiniennes au-dessous des dimensions précédentes.

» Faut-il donc croire à la réalité physiologique de cette apparente division de la rétine en sortes de territoires distincts, de *fovea centralis* ou *excentralis*, qui devraient embrasser chacune au moins deux mille cônes ou bâtonnets ? En tout cas, l'Anatomie ne les a pas encore signalés, et peut-être faut-il chercher ailleurs une explication des faits si frappants qui précèdent.

» Ces expériences ont été répétées à de nombreuses reprises sur mes yeux et sur ceux d'une autre personne non prévenue. Je dois dire qu'elles

sont assez délicates et réclament un appareil d'une grande sensibilité. De plus, on sait que la sensibilité lumineuse varie suivant l'état de repos ou de fatigue de l'œil et s'accroît notablement par le séjour dans l'obscurité. On devra donc faire les expériences avec beaucoup de précaution, et surtout laisser après chaque détermination un temps de repos suffisant pour que l'œil puisse s'adapter de nouveau à l'éclairage ambiant, qui doit être aussi constant que possible. Je me suis servi d'une lampe à huile, système Carcel, comme source lumineuse. C'est grâce à la fixité suffisante de cette lumière et à l'observation de rigoureuses précautions expérimentales que j'ai pu observer d'une façon constante les faits qui viennent d'être exposés. »

ZOOLOGIE. — *Recherches anatomiques sur l'Onchidie* (Onchidium, *Cuv.*, Oncidiella celtica, *Gray*). Note de M. J. JOYEUX-LAFFUIE, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Des doutes restent encore sur plusieurs points de l'organisation de l'Onchidie. Cela s'explique facilement par la difficulté que l'on éprouve à se procurer ces animaux. On sait, en effet, qu'il n'existe sur les côtes d'Europe qu'une seule espèce, signalée jusqu'ici sur un seul point du littoral français par MM. Audouin, Milne Edwards et Vaillant. C'est sur cette espèce, dont j'ai pu me procurer un grand nombre d'individus, dans les environs de Roscoff, que j'ai entrepris une série de recherches dont je présente une partie des résultats à l'Académie.

» Sur la face ventrale de l'Onchidie, on aperçoit vers la partie postérieure du pied, en arrière de l'anus et de l'orifice génital femelle, une ouverture située sur le bord du manteau. Cette ouverture circulaire, que l'animal ouvre et ferme à volonté, fait communiquer avec l'extérieur un organe situé dans l'épaisseur du manteau. Cet organe, décrit par Cuvier, dans son Mémoire sur l'Onchidie du Péron, comme étant un poumon, et sur la nature duquel Erhenberg, Milne Edwards et quelques autres zoologistes ont émis des doutes, pensant plutôt avoir affaire à un organe dépurateur, continue encore de nos jours à être considéré comme un organe pulmonaire par les derniers auteurs qui se sont occupés de l'Onchidie (MM. L. Vaillant et Fischer.)

» Cet organe, de couleur jaune brunâtre, s'aperçoit vaguement par transparence à travers le manteau sur l'animal ouvert; mais, pour prendre une idée exacte de sa conformation et de sa structure, une dissection délicate

est indispensable. Il présente deux culs-de-sac situés l'un à droite, l'autre à gauche dans l'épaisseur du manteau, et réunis à la partie postérieure par une portion plus étroite à laquelle correspond l'orifice extérieur. Le cul-de-sac du côté gauche est piriforme, tandis que celui de droite, un peu plus volumineux, se moule par son extrémité supérieure sur la cavité péricardique. Si l'on fait une coupe de l'organe, on voit qu'il est constitué par un tissu présentant des aréoles de forme irrégulière et de dimensions variables. Chaque aréole est formée par des lames de tissu musculaire, qui se réunissent irrégulièrement et circonscrivent ainsi de petites cavités communiquant toutes entre elles, et par conséquent avec le milieu ambiant, par l'intermédiaire de l'orifice extérieur. Les parois de chaque aréole sont tapissées par plusieurs couches de cellules globuleuses, légèrement jaunâtres, présentant dans leur intérieur une concrétion donnant les réactions de l'acide urique et recouvertes par un épithélium vibratile. A ces caractères on reconnaît immédiatement le tissu rénal des Mollusques; c'est dans l'épaisseur des lames musculaires limitant les aréoles que cheminent les vaisseaux afférents et efférents de l'organe rénal.

» L'étude du développement fournit également des preuves en faveur du caractère rénal de cet organe. On le voit apparaître chez l'embryon près du bord antérieur du manteau, en haut et à droite à côté du cœur, dans le point où il se montre habituellement chez les embryons des Gastéropodes. Dès qu'il s'est suffisamment différencié, il se présente sous la forme d'un organe impair creusé d'une cavité communiquant avec le péricarde et l'extérieur. Les parois sont constituées par une seule couche de cellules présentant déjà nettement les caractères de la cellule rénale typique des Mollusques, bien connue des malacologistes. Ce n'est que plus tard, pendant la période larvaire, lorsque le manteau primordial se déforme et que les organes se déplacent, qu'il arrive progressivement, par un mouvement de rotation, à occuper la partie postérieure du corps chez l'adulte.

» D'après ce qui précède, cet organe doit être considéré comme un organe rénal et non comme un poumon; du reste, jamais, à aucune époque du développement, on ne voit se former une cavité pulmonaire. L'embryon lui-même, par ses différents caractères, ne peut être rapproché d'un embryon de Gastéropode pulmoné et possède, au contraire, par son vélum très développé, par la forme de son pied, par sa coquille, qu'il abandonne même avant l'éclosion, etc., une ressemblance remarquable avec les embryons des Gastéropodes non pulmonés.

» Si donc le prétendu poumon n'est autre chose qu'un rein, il est na-

turel de se demander où est le siège de la respiration, et pour cela il faut voir ce qu'est la circulation.

» Le cœur de l'Onchidie est un cœur d'Opistobranche, logé dans une cavité péricardique creusée aux dépens du manteau et située du côté droit de l'animal, immédiatement en avant du cul-de-sac rénal correspondant. Au ventricule piriforme fait suite une aorte unique, qui se dirige en ligne droite vers les centres nerveux. Chemin faisant, elle donne des branches aux organes génitaux et au tube digestif, puis elle traverse le collier œsophagien entre le centre pédieux et le centre asymétrique. Dans son passage, elle donne deux petites artérioles aux glandes salivaires; aussitôt après elle se divise et fournit trois branches qui vont à la masse buccale et à la tête, et une plus volumineuse, terminale, qui se recourbe sous le système nerveux pour pénétrer dans le pied et s'y ramifier (1).

» Le sang, après avoir parcouru les dernières ramifications artérielles, tombe dans la cavité générale, incomplètement divisée en deux cavités secondaires, par une cloison présentant un grand nombre d'ouvertures et située en arrière du bulbe buccal. De la cavité générale où il baigne les différents organes qui y sont contenus, il pénètre par trois séries d'ouvertures en forme de boutonnières dans trois grands sinus longitudinaux, un pédieux situé sur la ligne médiane du pied et deux latéraux placés dans l'épaisseur des bords du manteau, près de la face interne. De ces sinus latéraux partent de nombreux vaisseaux qui se dirigent vers la partie externe du manteau, où ils se ramifient un grand nombre de fois, en formant un réseau vasculaire très riche, à mailles étroites, surtout dans les papilles de la face dorsale (2). Le sang, après avoir traversé ce lacis vasculaire, se rend dans deux vaisseaux longitudinaux qui se portent à l'oreillette.

» La surface extérieure du manteau et les nombreux prolongements qui la recouvrent sont évidemment le siège de la respiration. C'est de tout l'animal la partie la mieux appropriée à cette fonction par sa richesse vasculaire et par son contact avec le milieu ambiant. Par leur organisation

---

(1) Les vaisseaux artériels sont d'un blanc brillant, ce qui permet de les distinguer facilement des autres organes; cette propriété est due à la présence, dans leurs parois, de grandes cellules renfermant des globules calcaires en solution, qui font effervescence avec les acides, et non des globules graisseux, comme quelques auteurs l'ont prétendu.

(2) Chaque papille possède un vaisseau afférent et un vaisseau efférent qui sont réunis par un grand nombre de fines anastomoses, situées seulement à la périphérie de la papille; le centre n'en possède jamais.

et par leur grande vascularité, les papilles dorsales peuvent être comparées à de véritables branchies.

» Dans une prochaine Communication, j'aurai l'honneur de faire connaître à l'Académie les résultats des autres observations que j'ai pu faire, sur ce curieux animal, dans les laboratoires de M. de Lacaze-Duthiers, tant à la Sorbonne qu'à Roscoff. »

GÉOLOGIE. — *Serpentines de la Corse; leur âge et leur origine.* Note de M. **Dieulafait**, présentée par M. Hébert.

« *Coupe générale* (*de bas en haut*). — 1° Protogyne nettement stratifiée, soit qu'on l'observe en masse, soit qu'on étudie les détails des bancs.

» 2° Gneiss identique à tous les gneiss classiques.

» 3° Schistes luisants satinés, type des stéaschistes des Alpes.

» 4° Calcaire saccharoïde souvent en gros bancs, parfaitement stratifié et parfaitement défini, appartenant très probablement au carbonifère inférieur.

» 5° Schistes plus ou moins talqueux.

» 6° Schistes *enveloppant la serpentine avec ses mille variétés.*

» 7° Schistes ardoisiers.

» 8° Calcaire noir avec traces de charbon.

» 9° Dépôts de nature variable, souvent gréseux.

» 10° Lumachelle à *Avicula contorta*, toujours très fossilifère.

» C'est là une succession normale et constante pour la Corse; la seule exception à signaler est que les serpentines commencent quelquefois plus bas; mais *toutes* les serpentines de la Corse *sont plus anciennes* que la zone infraliasique à *Avicula contorta*.

» Cette conclusion est en opposition absolue avec les idées de tous les géologues, excepté celles de M. Hollande. Ainsi M. Coquand a publié récemment un important Mémoire destiné surtout à démontrer que les serpentines de la Corse sont d'âge miocène (*Bulletin de la Société géologique*, 3e série, t. VII); il s'appuie, pour établir cette conclusion, sur une coupe prise à Castifao, dans laquelle le calcaire nummulitique, très développé en ce point, serait recouvert par la formation serpentineuse. Mais cette apparence de superposition n'est qu'une pure illusion; le calcaire nummulitique est plaqué contre la montagne et ne pénètre nullement dans son intérieur. En effet, si à partir du calcaire nummulitique on s'avance en suivant la

bande serpentineuse, le calcaire nummulitique disparaît bientôt ; alors on voit que les assises serpentineuses reposent sur les schistes talqueux n° 5, et, ce qui est absolument capital, que ceux-ci, à leur tour, ont pour support les calcaires fossilifères du terrain carbonifère; d'un autre côté, si l'on s'élève au-dessus des serpentines et des roches vertes, on retrouve la succession générale que j'ai décrite.

» La formation serpentineuse de la Corse est très développée depuis le canton de Vezzani jusqu'au cap Corse. Quand on suit cette formation dans le sens horizontal, qu'on la voit occuper constamment le même niveau général ; quand on considère que ce grand fait peut être constaté sur une étendue de plus de 200^{km}, il est absolument impossible de songer un seul instant à admettre que les serpentines sont venues s'injecter à l'état fondu dans des terrains préexistants; tout ce qui pourrait être concédé au point de vue absolu, ce serait que la serpentine a fait éruption avant l'époque infraliasique, puisque sur cette serpentine refroidie la mer est revenue déposer les sédiments 7, 8, 9 et 10 de ma coupe générale; mais cette hypothèse ne peut résister un seul instant quand on examine la question sur les lieux. En effet : 1° des lits très minces de serpentine alternent avec des lits de schistes et des lits de calcaire également très minces; 2° la composition et la constitution des bancs serpentineux changent d'une manière incessante; 3° des lits minces et répétés de serpentine offrent ici la composition ordinaire des serpentines, puis plus loin, sans que les bancs soient interrompus, le calcaire, *à l'état de carbonate*, arrive, se mêle d'une façon intime à la serpentine, et finit par entrer pour plus de 30 pour 100 dans la constitution de la roche; 4° on voit très fréquemment dans les bancs de serpentines des amandes ou des lentilles de calcaire à peu près pur : les serpentines sont alors elles-mêmes très riches en carbonate calcaire; 5° jamais, au contact de la serpentine et des schistes encaissants *inférieurs*, on ne peut reconnaître l'ombre d'une action due à la chaleur; 6° les serpentines renferment toujours 10 à 12 pour 100 d'eau.

» Ces faits et beaucoup d'autres, qu'il serait facile d'énumérer, excluent d'une manière absolue l'idée que la serpentine puisse être une roche éruptive arrivée à l'état de fusion; aussi les géologues italiens, si bien placés pour étudier les serpentines, ont abandonné l'idée que cette roche soit une roche éruptive dans le sens igné du mot. Pour eux, les serpentines seraient arrivées au fond des mers *à l'état de boues;* là ces boues se sont solidifiées, et peu à peu les matériaux qu'elles recèlent aujourd'hui ont cristallisé, à froid bien entendu et en présence de l'eau. La serpentine

dès lors est pour eux une roche essentiellement passive, qui n'a absolument rien soulevé, qui ne s'est pas injectée dans des terrains préexistants, mais qui, au contraire, est plus ancienne que les terrains qu'elle supporte.

» Du moment où l'on admet que les serpentines sont arrivées à l'état de boues, je me demande quelle nécessité il y a de faire venir ces boues de l'intérieur du globe. Que l'on se représente une mer dont les parois, comme c'était le cas pour la Corse, étaient constituées par des roches de la formation primordiale, que certaines parties de cette mer passent à l'état d'estuaires : il va s'accumuler dans ces estuaires des boues essentiellement siliceuses, qui, en outre, seront imprégnées d'eaux marines riches en sels de magnésie dissous. On aura alors des boues réunissant tous les éléments des serpentines et ayant la composition et la constitution que les géologues italiens attribuent à leurs boues éruptives. Enfin, comme je l'ai montré et comme je vais continuer à l'établir, les boues provenant de la destruction des roches primordiales sont toujours imprégnées de combinaisons métallifères, ce qui est, comme on le sait, le cas pour les serpentines. Quant à l'accumulation des minerais métallifères dans certaines parties plutôt que dans d'autres, elle est due à cette circonstance que ces substances, disséminées primitivement d'une manière régulière dans la masse boueuse, se sont isolées dans des parties limitées, sous l'influence de causes multiples, mais parmi lesquelles il faut mettre au premier rang le lent passage de l'eau à travers la masse et surtout l'expulsion de l'excès d'eau à mesure que les silicates et la magnésie s'unissaient pour former ce que l'on appelle aujourd'hui la *serpentine*. C'est ce qui explique en particulier ce fait d'expérience industrielle constaté chaque jour, que les dépôts métallifères *riches* ne se montrent jamais dans la *partie compacte* de la formation serpentineuse, mais dans les *parties extérieures* qui sont restées à l'état fragmentaire ou même à l'état plus ou moins argileux.

» J'arrive donc à ces deux conclusions générales :

» 1° Toutes les serpentines de la Corse sont plus anciennes que la base de l'infralias à *Avicula contorta*.

» 2° Les serpentines de la Corse sont des roches sédimentaires dans la plus complète acception du mot; elles ont pour origine, de même que les substances métallifères qu'elles renferment toujours, des vases d'estuaires dont les matériaux ont été empruntés aux roches de la formation primordiale.

» Cette deuxième conclusion pourra être contestée, mais je vais publier la série des faits géologiques et chimiques qui la feront passer à l'état de

vérité démontrée. Quant à la première, elle repose sur la constatation de faits de l'ordre géométrique le plus absolu; je me tiens dès lors à la disposition des géologues ou des ingénieurs qui en contesteraient la rigoureuse exactitude, et je suis prêt à leur fournir sur les lieux les preuves que les choses sont bien telles que je viens de les établir. »

M. **Hébert**, en présentant la Note précédente de M. *Dieulafait*, croit devoir faire quelques réserves.

Il partage l'opinion de M. Dieulafait sur l'âge des serpentines de Corse, qui, comme celles des Alpes, sont de la fin de la période triasique. Il croit, comme lui, que ces serpentines n'ont point fait éruption à l'état de fusion ignée; mais, jusqu'à ce que des preuves concluantes aient établi que ce sont bien des roches sédimentaires, il repousse cette idée. Ses propres observations le conduisent à penser, comme beaucoup d'autres géologues, que la serpentine est un produit d'injection de matières plus ou moins fluides ou boueuses. Les observations de M. Dieulafait ne lui paraissent même pas contraires à cette manière de voir.

On sait que les serpentines anciennes sont en relation avec des masses éruptives d'euphotide; aussi renferment-elles ordinairement des cristaux de diallage. Or, M. Vélain a constaté ce fait sur la serpentine de Corse. Mais il y a des serpentines plus récentes, celles de l'Apennin, par exemple, qui se placent à la limite de l'éocène et du miocène; celles-ci se distinguent des premières en ce qu'elles sont parfois remplies de cristaux de péridot et qu'elles ne renferment point de diallage.

La composition des serpentines de Corse vient donc confirmer l'âge que les observations stratigraphiques de M. Dieulafait assignent à ces roches.

M. W. **de Fonvielle** transmet à l'Académie une série d'articles, extraits du journal « l'Électricité » et tendant à établir que les phénomènes acoustiques signalés par M. *G. Bell* sont dus à l'action de la chaleur.

D'après M. de Fonvielle, l'explication formulée récemment par M. Mercadier avait été indiquée par une Lettre de M. Dujardin, insérée le 20 octobre dans ce même Journal. Depuis cette époque, la théorie proposée par M. Dujardin avait été adoptée par M. de Fonvielle lui-même; il l'avait appuyée par de nombreux arguments, publiés avant la Note récente de M. Mercadier.

M. A. Netter adresse une Note relative à la question de l'intelligence et de l'instinct chez les animaux.

M. Cl. Baudet adresse une Note relative à la décomposition de l'eau, en employant comme électrodes le charbon de cornue ou le graphite.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. J. B.